

# REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

## LAGRANGE ET D'ALEMBERT D'APRÈS LEUR CORRESPONDANCE <sup>1</sup>

Parmi ceux même qui ne tiennent pas à afficher pour le XVIII<sup>e</sup> siècle un mépris qui, dit-on, est de mode, mais qui n'est pas toujours désintéressé, je ne trouve pas que, d'habitude, on mette d'Alembert à la place qu'il mérite. Les purs lettrés le regardent sans doute comme trop géomètre; quelques mathématiciens sont disposés à le ranger parmi les philosophes, et ce terme est assurément une injure. Pourtant, comme mathématicien, s'il n'est pas du premier ordre, d'Alembert y touche. A la vérité, il était moins préoccupé des spéculations de la science pure que des problèmes naturels; mais il a abordé ces problèmes avec un esprit vraiment scientifique. Comme homme, il prit la vie au sérieux; cet éloge-là n'est pas banal, et il convient d'ajouter que, dans le siècle où il vivait, la frivolité, qui n'était pas rare, a su quelquefois être charmante. Comme écrivain, il est admirable : dans la correspondance de Voltaire, ses lettres étonnent par le contraste : au lieu des petites phrases courtes, volontiers ironiques, parfois un peu sèches de Voltaire, ce sont de grandes périodes qui, par leur bel et harmonieux arrangement, rappellent le siècle précédent, avec quelque chose de plus voisin de nous, de moins abstrait et de plus coloré : la verdeur des expressions ne l'effraye pas, mais la pensée est toujours sérieuse : les plaisanteries n'y sont pas pour faire rire; les haines qui secouaient

si fort les nerfs de Voltaire, et qui lui arrachaient des cris si aigus, sont chez d'Alembert bien plus profondes et plus intérieures.

Sa correspondance avec Lagrange est tout autre, simple, familière, cordiale malgré le « cher et illustre ami » que se renvoient les deux géomètres; au travers des formules mathématiques dont elle est parfois hérissée, elle permet souvent de pénétrer dans le caractère intime de l'un et de l'autre et force le lecteur à respecter et même à aimer les deux grands hommes.

Combien ils se ressemblaient peu ! Ils n'ont guère qu'un trait commun, la façon simple et modeste dont ils parlent de leurs œuvres, et le peu d'entêtement qu'ils ont à se convaincre mutuellement d'erreur, quand ils se font des objections :

« Je ne me ressouviens pas plus que vous, écrit d'Alembert, de ce que je vous ai mandé sur les courbes élastiques et des objections que j'avais faites contre votre théorie. J'ai dans mes papiers quelques barbouillages là-dessus; je vous prie seulement de mettre à part la lettre dont le contenu est une espèce d'extrait de ces barbouillages, sur lesquels je reviendrai peut-être dans quelque temps pour voir si j'y retrouverai le sens commun, et, dans cette supposition (très douteuse au moins) je vous demanderai un mot de réponse aux objections de ma lettre. Jusqu'à ce moment, je serais fâché que vous sacrifiassiez à ces mi-sères des moments que vous pouvez mieux employer. »

C'est sur le même ton que lui répond Lagrange. Celui-ci, d'ailleurs, disait que le mérite est en

<sup>1</sup> Correspondance inédite de Lagrange et d'Alembert, publiée d'après les manuscrits autographes et annotée par Ludovic Lalanne : 1 vol. in-4°; Paris, Gauthier-Villars et fils, 1890. (Tome XIII des œuvres complètes de Lagrange.)



raison inverse des prétentions : d'Alembert ne manque pas de faire, de cette formule mathématique, des applications dans les deux sens : les unes, qui s'adressent à Lagrange, sont aussi flatteuses que justes ; les autres ne sont pas sans méchanceté.

A l'époque où s'ouvre la correspondance (vers 1760), d'Alembert, en pleine possession de son génie, était déjà illustre. En relation avec la plupart des savants de son temps, s'appliquant à bien juger ceux qui étaient connus et à deviner les autres, il jouissait d'un grand crédit auprès de Frédéric : on le voit s'en servir continuellement, pour rendre service à des hommes du premier mérite, pour leur procurer des moyens de travailler librement et sans soucis matériels, pour relever leur situation morale ou pécuniaire : c'est d'abord Lagrange lui-même auquel il fait donner à l'Académie de Berlin la situation d'Euler, qui veut s'en aller à Pétersbourg. Lagrange végétait à Turin, avec une misérable pension de 250 écus, qui n'avait pas été augmentée depuis dix ans ; on l'y « regardait comme une personne entièrement inutile » : d'Alembert lui fait donner 1,500 écus à Berlin, s'ingénie à lui faire obtenir son congé du roi de Sardaigne et à lui procurer les moyens de voyager agréablement d'Italie en Allemagne, en passant par Paris. Lagrange au reste lui conserva une reconnaissance qui se trahit dans presque toutes ses lettres, et souvent d'une façon touchante.

Pendant les vingt-trois ans que dure leur correspondance, on sent grandir l'amitié et la confiance mutuelle des deux géomètres ; chacun se réjouit des succès de l'autre ; c'est d'Alembert au reste qui a le plus souvent l'occasion de se réjouir ; vers cinquante ans le rude travailleur se sentait vieux ; et bien souvent il se plaignait de ne pouvoir supporter la tension d'esprit qu'exigent les recherches mathématiques ; Lagrange avait une vingtaine d'années de moins que lui, et, dès cette époque, il ajoutait les uns aux autres des mémoires qui devaient faire l'admiration non seulement de d'Alembert, mais de tous les géomètres à venir. Son ami l'excite à concourir pour les prix proposés par l'Académie des Sciences de Paris, l'encourage, le renseigne, lui fait pressentir ses succès, les lui annonce joyeusement, et cherche à lui faire parvenir, par la voie la moins coûteuse, la valeur de ces prix : il le fait enfin nommer Associé étranger de l'Académie et, à ce propos, écrit à Frédéric :

« Permettez-moi de commencer cette lettre par le compliment que je crois devoir à Votre Majesté sur les succès d'un savant que ses bontés ont fait connaître à l'Europe ; succès dont la gloire rejaillit sur votre Académie, dans laquelle vous avez bien voulu lui donner une place distinguée : M. de la Grange vient de remporter, pour la qua-

trième ou la cinquième fois, le prix de notre Académie des Sciences, avec les plus grands éloges et les plus mérites, et je crois pouvoir annoncer d'avance à Votre Majesté qu'il sera élu dans quelques jours associé étranger de notre Académie. Ces places sont très honorables, parce qu'elles sont en très petit nombre, fort recherchées, occupées par les savants les plus célèbres de l'Europe, qui ne les ont obtenues que dans leur vieillesse, au lieu que M. de la Grange n'a pas, je crois, trente-cinq ans. Je me félicite tous les jours de plus en plus, Sire, d'avoir procuré à votre Académie un philosophe aussi estimable par ses rares talents, par ses connaissances profondes et par son caractère de sagesse et de désintéressement ».

Frédéric lui répond :

« Vous distribuez des billets de grand homme à ceux qui se distinguent parmi les nations étrangères. Je suis bien aise que notre La Grange soit de ce nombre ; je suis trop ignorant en géométrie pour juger de son mérite scientifique, mais je suis assez éclairé pour rendre justice à son caractère plein de douceur et à sa modestie ».

Lagrange, au reste, n'est pas le seul que d'Alembert essaie de servir ; on voit ce dernier s'entremettre en faveur de Foncenex, de Lambert, de Béguelin, du jeune Cassini, de Scheele, de Laplace et de bien d'autres : il le fait d'ailleurs avec l'habileté d'un homme qui veut atteindre son but, mais avec une franchise qui n'a rien de timide, et un souci continu de « faire parler la science avec dignité ».

Les lettres qui concernent Laplace méritent d'être citées, quand ce ne serait que pour celui qui en est l'objet.

« J'ai, mon cher et illustre ami, écrit d'Alembert le 1<sup>er</sup> janvier, 1773, une affaire qui m'intéresse à traiter avec vous. Je vous prie de m'aider, de me diriger, et surtout de me parler avec la vérité que je vous connais.

Il y a ici un jeune homme nommé M. de la Place, professeur de mathématiques à l'Ecole militaire, où je l'ai placé. Ce jeune homme a beaucoup d'ardeur pour la géométrie et je lui crois assez de talent pour s'y distinguer. Il désirerait s'y livrer entièrement, et, comme sa place de professeur lui prend beaucoup de temps, il en voudrait une qui le laissât entièrement libre. Notre Académie ne pourrait le satisfaire à ce sujet, parce que les pensions viennent très tard, quelquefois au bout de vingt-cinq ans, et que d'ailleurs il n'en est pas encore, s'étant vu préférer, très injustement, malgré mon suffrage et celui de presque tous nos géomètres, un sujet très inférieur à lui et qui, étant professeur au Collège royal, se trouvait appuyé d'un grand nombre d'académiciens. Il a pensé qu'il trouverait peut-être à Berlin ce qu'il ne pouvait avoir à Paris, que le roi et l'Académie voudraient peut-être bien le recevoir à votre recommandation et à la mienne : je dis à votre



recommandation, car il m'a montré une lettre de vous par laquelle il me paraît que vous êtes content de quelque chose qu'il vous a envoyé. Je crois qu'on rendrait service aux sciences en mettant ce jeune homme à portée de s'y livrer sans réserve. La question est de savoir : 1° s'il peut actuellement être placé à l'Académie de Berlin ; 2° s'il pourrait y jouir dès son entrée, d'un revenu suffisant pour vivre, comme de 3000 ou 4000 livres, argent de France ; 3° si vous êtes dans une position à vous intéresser pour lui sans vous faire de tracasseries ; 4° si, dans la supposition où vous ne voudriez pas vous en mêler, je pourrais écrire au roi et lui proposer M. de la Place comme un sujet que je connais, que j'estime, et dont vous pourriez vous-même lui rendre témoignage. Je vous serai très obligé, mon cher ami, de vouloir bien me répondre à ce sujet le plus tôt qu'il vous sera possible. Vous voudrez bien me dire aussi, dans le cas où je pourrais proposer M. de la Place au roi, s'il n'y aurait pas d'indiscrétion à demander pour lui 4000 livres de France, faisant environ 1000 écus d'Allemagne. Réponse, je vous prie, et directement par la poste, car ce jeune homme, pour lequel je m'intéresse fort, désirerait de savoir ce qu'il peut espérer et tenter... »

Voici la réponse de Lagrange (19 janvier) :

« Mon cher et illustre ami, pour répondre à la confiance que vous me témoignez dans votre dernière lettre du premier janvier, je vais vous dire avec toute la sincérité possible ce que je pense sur l'affaire dont il s'agit. Je suis d'abord très convaincu que l'Académie ferait une excellente acquisition dans la personne dont vous me parlez ; cette acquisition serait même d'autant plus importante pour elle, que la classe de mathématiques est très mince, n'étant composée que de MM. de Castillon, Bernoulli et moi ; ainsi vous jugez bien que je serais très charmé et flatté de pouvoir contribuer en quelque manière à rendre ce service à l'Académie et à ma classe en particulier. Mais, 1° je suis bien éloigné de croire que j'aie auprès du Roi le crédit nécessaire pour faire réussir une pareille affaire, et je craindrais même qu'il ne trouvât mauvais que je prisse la liberté de lui en écrire ; 2° je doute fort que l'Académie voulût faire, à ma réquisition, quelque démarche pour cela auprès de Sa Majesté, car je ne pourrais guère compter sur les voix des membres de ma classe, et encore moins sur celles des autres ; d'ailleurs je ne regarde pas sa recommandation comme fort efficace, puisque, une seule fois qu'elle s'est hasardée à proposer au roi quelques sujets pour la classe de philosophie, elle n'a reçu aucune réponse. Tout bien considéré, je crois que le mieux ce sera que vous proposiez vous-même directement et immédiatement à Sa Majesté la personne en question. Si elle est acceptée, l'affaire est faite, et l'Académie recevra ordre de la mettre au nombre de ses membres et de lui assigner la pension sur sa caisse : c'est de quoi j'ai déjà vu plusieurs exemples. Je vous conseillerais même de ne faire aucune mention de moi dans la lettre que vous écririez au roi dans cet objet, et cela pour éviter tout air de

cabale, qui ne pourrait que nuire au succès de l'affaire. Voilà, mon cher ami, mon avis sur la meilleure manière de traiter cette affaire. Quant à la pension, je crois comme vous qu'elle ne doit pas être au-dessous de 1.000 écus, argent de ce pays, et je compte qu'avec cela votre ami pourra vivre ici aussi bien qu'avec 2.000 livres à Paris. Il est vrai que la plupart de mes confrères ont des pensions moindres, mais aussi se plaignent-ils, et je ne voudrais pas qu'il vint ici augmenter le nombre des mécontents. Comme je n'ai aucune part au maniement des affaires économiques de l'Académie, je ne puis pas vous dire au juste combien sa caisse pourrait encore fournir par an, mais je crois bien qu'elle pourra encore supporter une pension de 1.000 écus, et même au delà. Je crois avoir répondu à tous les articles de votre lettre, mais, comme je m'intéresse véritablement pour la personne que vous désirez de servir, tant à cause de son propre mérite que parce qu'elle est de vos amis, je crois devoir encore ajouter deux mots, pour que vous puissiez prévenir cette personne sur quelques points essentiels : 1° il est très rare que les académiciens reçoivent des augmentations de pension, quelque bien ou mal qu'ils soient, de sorte que, pour que votre ami ne soit jamais dans le cas de regretter d'être venu ici, il faut qu'il puisse se promettre d'avance d'être toujours également content de ce qu'il obtiendra à son arrivée ; 2° il faut que l'attrait des sciences et l'envie de s'y livrer entièrement soient assez forts en lui pour pouvoir lui tenir lieu des agréments et des avantages qui sont attachés au séjour et à la société de Paris. Toute personne qui peut se suffire à elle-même et qui ne veut se mêler que de ce qui la regarde immédiatement peut être assurée de trouver ici toute la tranquillité nécessaire au bonheur d'un philosophe.

Il faut donc que votre ami se tâte bien là-dessus avant de s'engager à rien ; surtout je ne voudrais pas que le dépit de s'être vu préférer à l'Académie un concurrent inférieur en mérite à lui entrât pour la moindre chose dans la résolution qu'il doit prendre : car, au bout de quelque temps, il commencerait à se repentir du parti qu'il aurait pris, surtout en voyant que ceux qui sont actuellement après lui auraient déjà fait leur chemin, tandis que lui en serait toujours au même point. Car quoique dans votre Académie les pensions viennent assez tard, cependant il paraît que le titre d'académicien est une recommandation suffisante pour obtenir des places et des pensions étrangères ; on en voit un grand nombre d'exemples parmi vos confrères. Il y a encore une autre considération importante à faire sur cette matière : c'est qu'il est bien difficile que quelqu'un s'expatrie sans conserver une espèce d'envie ou de velléité de retourner tôt ou tard dans son pays, et il me semble que les Français, et surtout les Parisiens, sont encore plus dans ce cas que ceux des autres nations. Il s'agit donc d'examiner si votre ami, en quittant la place qu'il a à Paris, pourrait conserver quelque espérance d'en obtenir encore quelque une lorsqu'il voudrait y retourner.

Je vous prie de vouloir bien lui faire mes compliments et de lui dire combien je serais charmé de l'a-



voir pour mon confrère. Comme la lettre qu'il vient de m'écrire n'exige point une prompte réponse, j'attendrai à la faire que la chose dont il s'agit soit décidée; en attendant, je vous prie toujours de l'assurer de mes très humbles services en tout ce qui pourra dépendre de moi<sup>1</sup> ».

J'ai tenu à donner un long extrait de cette lettre parce qu'il me semble qu'elle permet, au moins en la rapprochant de quelques autres passages de la correspondance, de se représenter Lagrange sous des traits assez précis.

Il était timide; il n'avait ou ne croyait pas avoir d'influence: à coup sûr il n'en désirait pas; il cherchait l'isolement, et de Castillon va jusqu'à l'accuser d'être difficile à vivre; rien au reste ne paraît justifier cette accusation, portée par un homme âgé, malade, et qui peut-être ne l'avait pas vu, sans une secrète aigreur, venir prendre à l'Académie de Berlin la direction de la Classe de Géométrie. Sa timidité était, comme il arrive souvent, doublée de prudence: dans une lettre où il témoigne à d'Alembert, d'une façon très touchante, la joie que lui cause l'espoir qu'il a de le voir bientôt à Berlin, il ajoute:

« Notre Académie aurait doublement à se féliciter de votre venue, et par l'honneur de vous recevoir et par les services que vous pourriez lui rendre, non seulement auprès du Roi, mais aussi de son successeur, qu'on m'a dit ne pas lui céder dans ses sentiments pour vous; j'ignore ce qu'il pense de moi, parce que je n'ai eu que très peu d'occasions de lui parler, et que mon genre de vie retiré et mon caractère éloigné des intrigues m'ont empêché de chercher à m'en procurer davantage. Je ne souhaite rien, sinon qu'il ne me juge pas indigne de la place que j'occupe; ailleurs je ne devrais peut-être avoir aucune inquiétude là-dessus; mais ici il n'en est pas de même. Si vous venez à Berlin, vous serez à portée de connaître ses intentions et de dire quelques mots en ma faveur; si vous ne venez pas et qu'il survienne un changement, à quoi il semble que nous soyons depuis quelque temps exposés tous les hivers, oserais-je vous prier d'avance de me recommander à sa bienveillance en lui écrivant sur son avènement à la couronne? J'ai voulu profiter, pour vous entretenir sur cette matière, de l'occasion de cette lettre, qui doit vous être remise en mains propres... »

Les désirs de Lagrange sont modestes, on en conviendra, mais il faut bien remarquer que sa lettre est de 1776, et que le grand Frédéric ne mourut que dix ans plus tard.

Assurément Lagrange souhaitait fort d'être utile aux gens qui travaillaient; toute sa correspondance en témoigne, mais Laplace n'est pas le seul pour lequel il charge d'Alembert de faire les démarches,

et pour lequel il lui recommande de ne pas y mêler son nom afin d'éviter « tout air de cabale ». On sent qu'il avait peur, même des apparences. A l'envers de son « illustre ami », qui était si terriblement armé pour la lutte, il déteste et fuit la polémique; d'Alembert a beau l'y exciter, il ne se décide pas à « donner sur les doigts » aux gens qui l'attaquent. Fontaine, qui conteste, d'une façon assez impertinente, ses recherches sur les isopérimètres, a jadis parlé de lui avec éloges et « le souvenir de ses anciennes bontés » pour lui l'empêche « de lui vouloir du mal ». Le P. Frizi a bien « une espèce de suffisance qui cadre mal avec la géométrie; mais il faut lui pardonner cela en sa qualité de moine ». Cependant « les assertions du pauvre homme » sont « aussi étranges que la confiance avec laquelle il en parle, mais il est si loin de résoudre la difficulté qu'il ne s'en doute même pas. Il faut dire avec le jésuite Lemoine: c'est ainsi que Dieu, qui est juste, donne aux grenouilles de la satisfaction de leur chant ». Le P. Boscovich qui est, pour d'Alembert « un drôle bien avantageux et bien insolent » s'en tire encore à meilleur marché, et même « il n'est pas indigne d'être » de l'Académie des Sciences, « où tous les membres ne sont pas des d'Alembert ». D'ordinaire Lagrange cherche à adoucir son ami, dont les haines n'étaient pas médiocres, et il est aux nues quand il apprend qu'il y a une espèce de raccommodement entre lui et Lalande, dont le nom, dans les premières lettres de d'Alembert, est invariablement accompagné d'une épithète qui, sans doute, était peu polie, car l'imprimeur l'a remplacée par des points. Il n'y a jamais de ces points-là dans les lettres de Lagrange; on n'y trouvera pas non plus de petites oraisons funèbres comme celles-ci: Deparcieux « était un de ces hommes qu'il est bon d'avoir dans les Académies, afin que les gens en place soient persuadés qu'elles sont bonnes à quelque chose ». Fontaine « était un homme de génie, mais d'ailleurs un fort vilain homme; la société gagne à sa mort encore plus que la géométrie n'y perd. » Je crois bien que les haines et les batailles de son siècle effarouchaient un peu Lagrange: son jugement sur Voltaire, avec qui il a diné, et qui était « ce jour-là, en humeur de rire » est délicieux: « C'est en vérité, dit-il, un original qui mérite d'être vu. »

Il était bien, lui, l'homme qui peut se suffire à lui-même, le philosophe jouissant de la tranquillité, incapable de se mêler de ce qui ne le regarde pas immédiatement. On aime à se le représenter dans son cabinet, loin de la cour, du monde, du bruit, des intrigues et des querelles, travaillant à quelque'un de ses admirables mémoires qui remplissent aujourd'hui quinze gros volumes in-4°, et dont il lisait souvent deux par mois, à des gens

<sup>1</sup> On sait que Laplace resta à Paris.



qui ne les comprenaient point; peut-être ne pensait-il pas à cette postérité qui devait placer son nom parmi les plus glorieux; non, au plaisir qu'on éprouve aujourd'hui à le lire, lui, le plus clair des géomètres, lui qui a donné, avec Euler, les premiers et, peut-être, les plus parfaits modèles de l'élégance mathématique, on devine les jouissances qu'il a dû éprouver en produisant des œuvres aussi parfaites. En vérité, il est bien plus pur mathématicien que d'Alembert: Sans doute celui-ci était capable de goûter la beauté d'un théorème et la simplicité d'une démonstration, mais, par les problèmes qu'il se pose, on est porté à croire que ce qui l'intéresse vraiment, c'est de trouver les principes qui permettent d'aborder quelqu'un de ces problèmes, c'est aussi d'en être venu à bout; en lisant les mémoires de Lagrange, on se dit que c'est toute la solution qui devait le passionner, avec ses intermédiaires, avec la beauté de son développement et l'élégance des transformations analytiques d'où elle résulte. Aussi bien, il ne se borne pas aux seules questions de la *philosophie naturelle*; ses mémoires sur la pure algèbre et sur l'arithmétique ne sont pas moins beaux que ceux qui roulent sur l'astronomie ou la mécanique. Il parle timidement à d'Alembert de ses recherches sur la théorie des nombres; il s'excuse presque de ce qu'elles l'empêchent de penser aux perturbations de la lune ou des comètes; il lui conseille de ne pas les lire, mais on sent qu'il aurait pu dire comme Gauss : *illecebris harum quæstionum ita fui implicatus ut eas deserere non potuerim*.

Et, si les deux amis ne cherchaient pas la même chose dans les mathématiques, on s'expliquera peut-être pourquoi leurs méthodes de travail étaient si différentes: Lagrange s'occupait avec intensité du sujet qu'il traitait, mais pendant un temps limité et après avait refait au besoin, et plusieurs fois, son mémoire, il ne voulait plus, dès qu'il en était « passablement content, » y repenser; « à force de remanier la même matière, j'en prends, dit-il, un si furieux dégoût, qu'il m'est comme impossible d'y revenir encore. » Et d'Alembert lui répond<sup>1</sup>:

« Vous êtes étonné que j'aie la patience de revenir si souvent aux mêmes objets. Ce n'est que par ce moyen que j'ai pu faire en ma vie quelque chose de passable, car il n'est pas trop dans la nature de mon esprit de m'occuper de la même chose fort longtemps de suite: je la laisse bientôt, mais je la reprends ensuite autant de fois qu'il me vient en fantaisie, sans me rebuter, et d'ordinaire cette opiniâtreté *éparpillée* me réussit, lorsque souvent je n'aurais rien gagné par une opiniâtreté trop longtemps continue. »

A ce « furieux dégoût » de Lagrange pour ce

qu'il a fait ou laissé de côté, ne sent-on pas que c'est la production même qui le passionne?

Cette passion-là lui suffisait: si l'on en voulait une preuve, on la trouverait dans la plaisante histoire de son mariage. Il faut bien la citer, cette histoire, quoiqu'elle soit vraisemblablement destinée à grossir le tas d'anecdotes qui servent à prouver que les savants sont un peu ridicules. Voici d'abord un fragment de lettre d'Alembert<sup>2</sup>:

« Mon cher et illustre ami, on m'écrit de Berlin que vous avez fait ce qu'entre nous autres philosophes, nous appelons *le saut périlleux* et que vous avez épousé une de vos parentes que vous avez fait venir d'Italie; recevez en mon compliment, car je compte qu'un grand mathématicien doit avant toutes choses savoir calculer son bonheur et qu'après avoir fait ce calcul vous avez trouvé le mariage pour solution.... »

Lagrange lui répond<sup>3</sup>:

« Mon cher et illustre ami, j'ai reçu vos lettres et vos compliments; je vous en remercie de tout mon cœur. Je ne sais si j'ai bien ou mal calculé; ou plutôt je crois n'avoir point calculé du tout, car j'aurais peut-être fait comme Leibnitz, qui, à force de réfléchir, ne put jamais se déterminer. Quoiqu'il en soit, je vous avouerai que je n'ai jamais eu de goût pour le mariage, et que je ne m'y serais jamais engagé, si les circonstances ne m'y avaient en quelque façon obligé. Etant dans un pays étranger, sans amis et sans liaisons, avec une santé assez délicate, j'ai cru devoir engager une de mes parentes, que je connaissais depuis longtemps, et avec qui j'avais déjà vécu quelques années dans la maison de mon père, à venir partager mon sort et avoir soin tant de moi que de tout ce qui me regarde. Voilà l'histoire exacte de mon mariage. Si je ne vous en ai point fait part, c'est qu'il m'a paru que la chose était si indifférente d'elle-même, qu'elle ne valait point la peine de vous en entretenir. »

Ce n'est pas sur ce ton que d'Alembert parle de Mlle de Lespinasse<sup>4</sup>: « Je passe mes tristes journées auprès d'une ancienne amie malade, languissante et dans le plus grand danger, qui a besoin de consolation, de société et de secours, et qu'il m'est impossible d'abandonner. Plaignez-moi et prenez part à ma peine, car elle est grande, et l'espérance d'en sortir est bien faible. » Et un peu plus tard<sup>5</sup>: « Je ne suis pas en état de vous parler plus longtemps. La perte que j'ai faite a anéanti toutes les facultés de mon âme et ne me laisse la force de m'occuper de rien... »

Mais, en vérité, il est injuste d'opposer ainsi la façon assez singulière dont Lagrange confirme à son ami la nouvelle de son mariage aux plaintes

<sup>1</sup> 21 septembre 1767.

<sup>2</sup> 20 novembre 1767.

<sup>3</sup> 27 avril 1776.

<sup>4</sup> 16 août 1776.

<sup>5</sup> 7 août 1769.



passionnées qu'arrache à d'Alembert la maladie et la mort de Mlle de Lespinasse. Celle-ci, si nous en jugeons par les lettres que nous avons d'elle, était une personne extraordinairement exaltée, et elle paraît avoir eu tout ce qu'il faut pour faire souffrir ceux qui l'ont aimée. Sans doute, Mme Lagrange ne lui ressemblait pas, et l'on peut croire *qu'en soignant son mari et tout ce qui le regardait*, en assurant autour de lui ce calme dont il était si jaloux, elle parvint à se l'attacher; sa mort semble aussi avoir causé à Lagrange une peine profonde; la lettre où il annonce son deuil à d'Alembert ne nous a pas été conservée, mais il nous reste la réponse bien touchante que celui-ci, à demi mourant, lui envoya à cette occasion : elle clôt dououreusement le volume <sup>1</sup> :

« Mon cher et illustre ami, je suis si faible, que je n'ai pas la force d'écrire et à peine de dicter quelques mots. Je prends la part la plus tendre à votre malheur et ce que vous me dites là-dessus m'a pénétré jusqu'au fond de l'âme. J'ai reçu votre beau mémoire, qu'à peine j'ai pu parcourir, dans le triste état où je suis. Au nom de Dieu, ne renoncez pas au travail, la plus forte pour vous de toutes les distractions. Adieu, peut-être pour la dernière fois; conservez-vous quelque souvenir de l'homme du monde qui vous chérit et vous honore le plus.....

Tuis D'ALEMBERT ».

Je n'ai pas parlé de ce que contient cette correspondance au point de vue purement mathématique : tout d'abord on y trouvera, pour l'histoire de la science, d'utiles renseignements sur l'ordre dans lequel ont été faites les recherches que Lagrange a publiées entre 1760 et 1783; on peut aussi noter les préoccupations des deux géomètres touchant certains points qui n'ont été entièrement éclairés qu'après eux, la légitimité de l'emploi des séries, convergentes ou non, le rôle des solutions singulières des équations différentielles, la représentation analytique d'une fonction entièrement arbitraire. Le reste s'analyserait difficilement. D'ailleurs, il n'y a qu'un assez petit nombre de lettres qui se rapportent essentiellement aux mathématiques, et elles sont presque toutes au commencement de la correspondance; dès le début, d'Alembert se plaint de fatigues de la tête et des yeux, qui l'empêchent de travailler avec continuité; au moins il peut encore lire les travaux qui se font autour de lui.

« Je suis, dit-il, comme les vieux gourmands, qui, ne pouvant plus digérer, ont encore du plaisir à voir manger les autres. »

Puis sa santé s'altère plus gravement :

« ...J'ai déjà bien des matériaux; mais je ne me met-

trai pas sitôt à ce travail, ayant résolu, pour reposer ma tête, de m'abstenir au moins pendant une année de tout travail mathématique; j'y supplée par quelques occupations littéraires, et principalement par l'histoire de l'Académie française, dont je fais la continuation et que j'ai fort avancée cet hiver. Ce travail, sans m'intéresser à beaucoup près autant que la géométrie, met au moins dans ma vie un remplissage qui me la fait supporter.... »

Cette plainte, et cette façon méprisante de parler d'occupations qui ne sont qu'un « pis aller » reviennent continuellement et assombrissent ses lettres.

Pour ne pas finir sur cette impression pénible, voici le récit d'une de ces plaisanteries féroces où d'Alembert aimait à sortir de la tristesse qui l'envahissait; le grand Frédéric était homme à savourer ces plaisanteries, et, de celle-là il prit sa bonne part.

La classe de philosophie spéculative, à l'Académie de Berlin, avait proposé en 1777 un sujet de prix qui était vraiment de la *chresme philosophale*. Il ne s'agissait pas de savoir, à la vérité, *utrum chimæra, bombymans in vacuo, posset comedere secundas intentiones*; non, il suffisait de répondre, comme il faut, à la question suivante :

« Quelle est la nature distincte de cette force primitive et substantielle qui, lorsqu'elle est déterminée, produit l'effet, ou, en d'autres termes, quel est le *fundamentum virium*?

Or, pour concevoir comment cette force peut être déterminée, il faut ou prouver qu'une substance agit sur l'autre ou démontrer que les forces primitives se déterminent elles-mêmes.

Dans le premier cas, on demande en outre : quelle est la nature distincte de la puissance passive primitive? Comment une substance peut agir sur l'autre? Et enfin comment celle-ci peut pâtir de la première?

Dans le second cas, il faudra expliquer distinctement..... »

Je laisse ce qu'il faudra expliquer distinctement, de peur que le lecteur n'éprouve quelque peine à comprendre. En lisant ce programme, à l'Académie française, Condorcet ne put retenir un fou rire. D'Alembert écrivit à Frédéric pour lui proposer un autre sujet, qu'on va lire : le roi de Prusse n'hésita pas, et par son ordre, la malheureuse Classe de philosophie spéculative dut mettre au concours la question de savoir *s'il est utile de tromper le peuple*.

D'Alembert assure Frédéric que Lagrange avait été entièrement étranger à la rédaction du premier sujet; on peut l'en croire, puisque son ami *ne se mêlait que de ce qui le regardait immédiatement*; on peut être sûr aussi qu'il n'aurait pas inventé le second.

Jules Tannery,

Directeur des Études scientifiques  
à l'Ecole Normale Supérieure.

<sup>1</sup> 27 septembre 1783.



## LES FEUILLES ET LES LOIS DE LEURS FORMES

Ces années dernières j'ai consacré quelques-uns de mes loisirs à l'étude des feuilles. Je me bornerai dans cet article à indiquer d'une façon très sommaire les principaux résultats auxquels je suis arrivé.

Les formes des feuilles sont infiniment variées. Voici en quelle langue pittoresque en parle Ruskin : « Elles prennent les formes les plus étranges, comme si elles voulaient nous inviter à les regarder. Il y en a en forme d'étoiles, en forme de cœur, en forme de lances, en forme de flèches; il y en a de ciselées, de frangées, de fendues, de sillonnées, de dentelées, de sinuées; elles sont disposées en couronnes, en touffes, en spires, en guirlandes; indéfiniment expressives, décevantes, fantastiques, changeant sans cesse du bas de la tige au bouton elles semblent toujours solliciter notre attention et prendre plaisir à dépasser sans cesse notre étonnement. » Maintenant pourquoi cette merveilleuse variété, ce trésor inépuisable de formes gracieuses? Résulte-t-elle de quelque tendance innée à chaque espèce? A-t-elle pour but de charmer l'œil de l'homme, ou bien la forme de la feuille et sa taille et sa texture ont-elles quelque rapport avec la structure et l'organisation, les habitudes et les besoins de la plante tout entière?

## I

*Position de la feuille.* — Il est impossible de classer les plantes d'après les formes de la feuille. Dans bien des cas des espèces très voisines ont des feuilles très différentes; ainsi il y a plusieurs genres où certaines espèces ont des feuilles dressées et certaines autres des feuilles étalées. Le *Plantago major* et le *Drosera rotundifolia* par exemple ont des feuilles larges et étalées tandis que le *Plantago lanceolata* et le *Drosera longifolia* ont des feuilles étroites et dressées. La largeur ou l'étroitesse des feuilles dépend de conditions variées. Dans les plantes herbacées et sans tige les feuilles étalées ont une tendance à être larges, les feuilles dressées à être étroites. C'est ainsi que les *Gramens* ont des feuilles longues et étroites. Dans d'autres cas la largeur est déterminée par la distance entre les bourgeons et dans d'autres encore par le nombre des feuilles d'un cycle.

*Feuilles cerclées ou lobées.* — Il y a deux types distincts de feuilles larges : les feuilles ovales et les feuilles palmées. Les monocotylédones telles que les *gramens*, les *glaiéuls*, les *lys*, les *jacinthes* ont

généralement des feuilles étroites et dressées; quand elles sont plus larges, comme par exemple dans la *bryone* noire, c'est surtout à la base; et en conséquence les nervures se séparent à la base pour se réunir de nouveau à l'extrémité de la feuille; aussi sommes-nous tentés de regarder cette disposition comme le type primitif d'une feuille large. Il y en a cependant un totalement différent : la feuille est palmée comme une main et s'élargit vers l'extrémité libre : ici les nervures ont une direction rectiligne et divergent les unes des autres; elles ne servent pas seulement à fortifier la feuille, mais à lui porter des aliments, ce qui est sans aucun doute un avantage. Une autre raison peut-être de cet arrangement, c'est que les feuilles sont généralement repliées comme un éventail quand elles sont dans le bourgeon.

*Évaporation par les feuilles.* — Si nous cueillons quelques feuilles, si nous ne mettons point la tige dans l'eau, elles se fanent bientôt en raison de l'évaporation qui se produit à leur surface. Lorsque la feuille est attachée à la plante, cette perte d'eau est constamment compensée par la nouvelle quantité d'eau qu'apporte la sève; mais il existe cependant un grand nombre de dispositions destinées à empêcher l'évaporation d'être trop rapide. C'est, naturellement, dans les contrées chaudes et sèches que les feuilles ont surtout besoin d'une telle protection. La surface des feuilles est, en certains cas, protégée par une sorte de vernis, en d'autres cas, par des excréments salins ou calcaires; dans d'autres encore, le même but est atteint grâce à la viscosité de la sève. Chez certaines plantes, les feuilles ont une position verticale et présentent ainsi une surface plus petite aux rayons du soleil. Des poils laineux servent aussi souvent à protéger la feuille : les plantes des steppes sont fréquemment couvertes d'un feutrage épais de poils; quelques espèces, qui sont glabres dans le nord, tendent à devenir velues dans le sud. Les espèces qui poussent au printemps tendent à être glabres, tandis que celles d'été et d'automne sont plus poilues. Les usages des poils des plantes sont très variés : ils servent, comme nous déjà dit, à empêcher l'évaporation trop rapide; ils constituent une protection pour les stomates; et la conséquence, c'est que comme les stomates se trouvent surtout à la face inférieure des feuilles, lorsqu'une des faces de la feuille est couverte d'un feutrage de poils blancs, comme cela arrive dans le *peuplier blanc* par exemple, c'est toujours la [face inférieure. Dans



d'autres cas, les poils sont destinés à protéger la feuille contre l'eau ; ce rôle est important dans certaines plantes alpines et certaines plantes de marais. Si les stomates sont obstrués par l'humidité, par le brouillard, par exemple, ou par la rosée, ils deviennent incapables d'accomplir leurs fonctions : les poils les préservent de l'humidité et les tiennent au sec. Les poils constituent donc une protection contre la trop grande sécheresse et contre la trop grande humidité. Une autre fonction des poils qu'il ne faut point oublier, est de défendre la feuille contre la trop brillante lumière et la trop grande chaleur. Les poils servent aussi de protection contre les insectes et même contre les animaux de plus grande taille. Les piquants de l'ortie peuvent servir d'exemple, et les poils rudes et laineux déplaisent souvent aux animaux herbivores.

Les feuilles caduques caractérisent spécialement l'atmosphère comparativement froide et humide des régions tempérées. Pour des raisons différentes, les feuilles persistantes sont plus nombreuses dans les régions alpestres et sous les Tropiques. Dans les régions alpestres, il est nécessaire que les plantes ne laissent rien perdre du court été : aussi les espèces vivaces et à feuilles persistantes sont-elles proportionnellement plus nombreuses que sous nos climats. Les feuilles coriaces comme celles du chêne vert et de l'olivier sont plus capables de résister à la chaleur et à la sécheresse des pays du Midi que les feuilles comparativement tendres de nos arbres à feuilles caduques qui perdraient trop rapidement leur humidité.

La texture et la structure des feuilles est une question fort intéressante et très vaste, mais dans cet article, je dois me borner à parler de leur forme.

J'ai parlé ailleurs du hêtre, et peut-être dois-je revenir brièvement sur ce sujet. Le poids de feuilles qu'une branche peut porter dépend naturellement de sa position et de sa force. Le mode de croissance du hêtre et celui du charme sont très semblables, mais les branches du charme sont plus minces, et, par suite, les feuilles plus petites. Si nous coupons une branche de hêtre au-dessous de la sixième feuille, nous constaterons que la surface totale des feuilles qu'elle porte est d'environ dix-huit pouces carrés. Mais dans notre climat, la plupart des feuilles cherchent à avoir autant de soleil qu'elles peuvent s'en procurer, et c'est ce qui détermine leur arrangement. La largeur des feuilles du hêtre, qui est d'environ un pouce trois quarts, est déterminée par la distance moyenne des bourgeons ; si les feuilles étaient plus larges, elles se recouvriraient. Nous connaissons

la surface, d'une part, et la largeur, de l'autre ; la longueur est donc déterminée, puisque, pour obtenir une surface de dix-huit pouces, la largeur des feuilles étant d'un pouce trois quarts, leur longueur doit être d'environ deux pouces. Appliquons ces considérations à d'autres cas, et prenons pour exemple le châtaignier d'Espagne (*Castapla vesca*) et le peuplier noir (*Populus nigra*). Les branches du châtaignier d'Espagne sont beaucoup plus fortes que celles du hêtre ; elles peuvent, en conséquence, porter une plus grande surface de feuilles ; mais, comme la distance entre les bourgeons est à peu près la même, les feuilles ne peuvent être beaucoup plus larges ; aussi sont-elles proportionnellement plus longues, ce qui leur donne leur forme caractéristique, celle d'une épée.

Si nous regardons l'extrémité d'une branche de peuplier noir et si nous la comparons à celle d'une branche de peuplier blanc, deux choses nous frappent tout d'abord ; on ne peut étaler sur un morceau de papier les feuilles attachées à la branche, de telle sorte qu'elles ne se recouvrent pas : elles sont trop nombreuses et trop larges ; secondement dans le peuplier blanc les deux faces de la feuille sont très différentes l'une de l'autre ; la face inférieure est couverte d'un feutrage épais de poils qui lui donne sa couleur blanche. Dans le peuplier noir au contraire, les deux faces sont à peu près semblables ; ces deux caractères sont corrélatifs l'un de l'autre, car tandis que dans le peuplier blanc les feuilles sont horizontales, dans le peuplier noir, au contraire, elles sont verticalement disposées ; en conséquence les deux faces se trouvent dans des conditions très analogues : elles doivent donc présenter une structure semblable ; c'est aussi parce qu'elles sont verticales qu'elles ne se recouvrent pas les unes les autres. Dans les arbres comme le hêtre et le tilleul (*Tilia europæa*) les feuilles sont dans un même plan. Tel n'est point le cas pour d'autres arbres tels que les érables, les marronniers d'Inde etc. Un autre ordre de considérations entrent alors en jeu. Considérons pour le moment le grand groupe des Conifères. Pourquoi par exemple certains d'entre eux ont-ils des feuilles longues et d'autres des feuilles courtes ? Je crois que cela dépend de la force des branches et du nombre d'années que durent les feuilles ; les longues feuilles tombent l'une après l'autre tous les deux ou trois ans, tandis que les espèces à feuilles courtes gardent leurs feuilles un assez grand nombre d'années ; le sapin par exemple garde les siennes huit ou dix ans, l'*Abies pinsapo* les garde jusqu'à dix-huit ans. Avant de donner plus de détails sur quelques-uns de ces cas particuliers, je crois utile d'appeler l'attention sur le cas des jeunes plantes.



## II

*Jeunes plantes.* — J'en viens maintenant à la seconde partie de ma tâche, les formes des cotylédons. Tous ceux qui ont regardé une plante qui vient de lever, ont dû être frappés de ce fait que les premières feuilles diffèrent entièrement de celles qui leur succèdent; elles diffèrent non seulement de la forme définitive des feuilles, mais encore des feuilles qui leur succèdent immédiatement. On appelle ces premières feuilles cotylédons: on a soigneusement décrit la forme d'un grand nombre de cotylédons, mais on n'a donné aucune raison de ces formes et l'on n'a point cherché à expliquer pourquoi elles diffèrent si profondément de celles des feuilles qui leur succèdent. Klebs dit, dans son intéressant mémoire sur la germination, que c'est tout à fait une énigme.

La moutarde et le cresson ont fait les délices et l'étonnement de notre enfance et il n'est jamais arrivé à personne, à moi du moins, de se demander pourquoi ils ont la forme qu'ils ont; ils poussent ainsi et il ne m'est pas venu à l'esprit, et je pense qu'il en est de même pour la plupart des gens, de chercher au delà. J'ai cependant, me semble-t-il, donné des raisons plausibles de telle ou telle forme dans bien des cas, je vais produire quelques-unes de ces explications.

Les cotylédons diffèrent beaucoup de forme.

*Formes des cotylédons.* — Certains cotylédons sont étroits, ceux par exemple du *Feniculum* et de la *Férule* dont les feuilles adultes sont très divisées; le *Platane* et l'*Érable* dont les feuilles adultes sont palmées et le *Chenopodium album* dont les feuilles sont plus ou moins triangulaires ont également des cotylédons étroits. Je puis citer comme exemple de cotylédons larges ceux du hêtre et de la moutarde. Il y a des espèces dont les cotylédons sont étroits et les feuilles larges; il y en a d'autres dont les cotylédons sont larges et les feuilles étroites. Dans un grand nombre de cas nous rencontrons dans la même famille des plantes dont les unes ont des cotylédons larges, les autres des cotylédons étroits. Nous pouvons citer comme exemples le mouron et l'œillet qui appartiennent tous deux à la famille des Caryophyllées.

Quelquefois même dans le même genre nous trouvons des cotylédons larges et des cotylédons étroits, comme c'est le cas pour les différentes espèces de *Galium*. Dans certains cas les deux cotylédons sont inégaux, comme par exemple dans la moutarde, le chou, le radis. Dans certains autres les deux moitiés de chaque cotylédon sont inégales: exemple les géraniums, ou bien elles sont

dissymétriques de quelque autre manière comme par exemple dans le lupin ou le *Laburnum*.

Quelquefois les cotylédons sont sessiles comme dans l'érable, le *Laburnum*, etc.; quelquefois ils sont pétiolés et les pétioles sont quelquefois unis. Ces différences se retrouvent parfois dans des espèces très voisines, par exemple dans certaines espèces de *Delphinium* les cotylédons sont sessiles, tandis que dans d'autres ils sont pétiolés. Généralement les cotylédons sont entiers, mais quelquefois ils sont crénelés ou lobés, par exemple dans la mauve. Souvent ils sont émarginés; exemples: la moutarde, le chou, le *Convolvulus*. Ils sont quelquefois bifides, par exemple dans l'*Eschscholtzia*; ou trifides, par exemple dans le cresson; ou partagés en quatre longs lobes, comme dans le *Pterocarya*. Quelquefois ils sont auriculés à la base. Quelquefois ils sont larges; quelquefois ils sont petits. D'ordinaire ils ont l'apparence de feuilles; mais quelquefois, comme dans le chêne, le noisetier, les pois, les fèves, etc., ils sont épais et charnus.

Voyons si nous pouvons jeter quelque lumière sur les causes de ces différences. Si nous ouvrons une graine, nous trouvons à l'intérieur la future plante: quelquefois, comme dans le pied d'alouette, c'est un petit corps ovale; quelquefois, comme dans le frêne ou le ricin, c'est une petite plante en miniature, avec une courte et forte racine et deux feuilles bien formées, qui enferment entre elles le rudiment de la future tige; le tout est enveloppé dans le péricarpe qui constitue les réserves alimentaires de la jeune plante. Quelquefois, au contraire, l'embryon occupe tout l'intérieur de la graine; les réserves alimentaires sont alors accumulées, non pas autour des cotylédons, mais dans les cotylédons mêmes.

Les pois et les fèves, les amandes, les noix et les noisettes sont des exemples familiers de cette disposition. On trouve ordinairement les pois secs fendus; qui est-ce qui les fend en réalité? Si vous les regardez, vous verrez qu'ils sont trop régulièrement et trop bien fendus, pour que cela ait été fait par des mains humaines. En réalité, ces deux moitiés sont les deux cotylédons charnus: à dire vrai, on ne les a pas séparés, car ils n'ont jamais été unis.

*Cotylédons étroits.* — Commençons par les espèces qui ont des cotylédons étroits et voyons si nous pouvons expliquer ce caractère. Le problème est assez simple dans un cas comme celui du platane, où nous avons à la fois des cotylédons étroits et une graine longue et étroite qui renferme un embryon étroit. Dans le frêne également les cotylédons sont parallèles à l'axe de la graine, qui est étroite et longue. Mais ces cas-là sont comparati-



vement rares; et il y a beaucoup d'espèces dont les graines sont larges et même orbiculaires et qui ont cependant des cotylédons étroits.

Dans ce dernier cas les cotylédons sont d'ordinaire disposés transversalement.

Le sycamore a aussi des cotylédons étroits, mais l'arrangement est un peu différent. Le fruit est ailé, la graine est obovoïde et périspermique, c'est-à-dire que l'embryon, au lieu d'être enveloppé par les réserves nutritives occupe toute la cavité de la graine. Si nous voulions faire tenir une feuille dans une cavité de cette forme, nous verrions qu'il faudrait en choisir une qui eût la forme d'une large bande et la rouler sur elle-même de façon à en faire une sorte de balle. Telle est, je crois, la raison qui détermine chez le sycamore cette forme des cotylédons.

### III

Passons maintenant aux plantes qui ont des cotylédons larges. Dans le ricin, le fusain ou le pommier par exemple, la plantule s'élargit dans la graine qui est fort large et les cotylédons font comme elle. Dans le genre *Coreopsis*, une espèce, le *Coreopsis auriculata*, a de larges cotylédons et une autre, le *Coreopsis filifolia*, a des cotylédons étroits; la première a de larges graines, la seconde des graines étroites.

Dans un grand nombre d'espèces, les cotylédons sont émarginés, c'est-à-dire qu'ils sont plus ou moins profondément entaillés à leur extrémité. Il y a à cela diverses causes. L'un des cas les plus simples est celui du chêne, où les deux cotylédons charnus remplissent la graine; les parois de la graine s'épaississent un peu à l'extrémité et font légèrement saillie à l'intérieur de la graine, ce qui produit dans les cotylédons une dépression correspondante.

Dans des cas comme ceux de la moutarde, du chou et du radis, l'émargination est due à des causes tout à fait différentes. La graine est oblongue, épaisse et légèrement plus étroite à un bout qu'à l'autre. Il n'y a pas de périsperme, de telle sorte que l'embryon occupe la graine tout entière, et comme la cavité a quelque profondeur, les cotylédons, pour occuper tout l'espace, se replient et s'arrangent l'un sur l'autre comme deux feuilles de papier; la radicule est repliée le long du bord de la feuille.

Si l'on prend un morceau de papier, qu'on le plie et qu'on le coupe dans la forme de la graine de telle sorte que le pli se trouve le long du bord de *maf*, puis qu'on le déplie, on verra clairement pourquoi les cotylédons sont ainsi faits.

Mais on peut dire que les contours de la graine de la giroflée sont pareils et que cependant ses

cotylédons ne sont pas émarginés. La raison, c'est que la graine de la giroflée est plus comprimée que celle de la moutarde et du radis; la conséquence, c'est que les cotylédons ne sont pas repliés, de telle sorte que ce n'est pas la moitié de chaque cotylédon, mais le cotylédon tout entier dont la forme correspond à celle de la graine.

*Cotylédons lobés.* — Les cotylédons sont en grande majorité entiers, mais quelques-uns sont plus ou moins lobés. Par exemple les cotylédons de la mauve sont larges, ovales, très peu émarginés, cordés à la base, bilobés vers la pointe; ils ont trois nervures; une pour chaque lobe. L'embryon est vert, courbé, il occupe une grande partie de la graine. Les cotylédons sont appliqués, l'un contre l'autre, face à face; lorsqu'ils se développent, la pointe se recourbe et se replie en formant un sillon médian, de telle sorte que les deux plis s'emboîtent l'un dans l'autre. De cette façon l'embryon occupe presque toute la graine; il laisse un petit espace libre entre les cotylédons; cet espace est occupé par le périsperme. Peut-être réussira-t-on à mieux comprendre cet arrangement de la manière suivante: découpez un morceau de papier en forme d'œuf, tournez l'un vers l'autre deux côtés, et ensuite tournez vers le bas la partie pointue: il en résultera un angle aigu; alors, si on ôte cet angle et ouvre le papier, on a un objet avec une pointe aiguë; l'existence de cette pointe ne concorde pas avec la forme arrondie de la graine. Si maintenant nous coupons cette pointe et si nous déplaçons le morceau de papier, nous verrons qu'il a la forme des cotylédons de la mauve et qu'il porte une entaille de chaque côté.

Les cotylédons du tilleul ont une forme très particulière. Ils sont parfaitement divisés en 5 lobes, le lobe central est le plus long, de telle sorte qu'ils ont grossièrement la forme d'une main. La graine est un sphéroïde aplati, dont la forme ressemble à celle d'une orange; l'embryon est enveloppé dans un albumen semi-transparent. Il est d'abord droit; la radicule est épaisse et obtuse, les cotylédons sont ovales et obtus, plans-convexes, charnus, d'un vert pâle, appliqués face contre face. Ils se développent considérablement et lorsqu'ils atteignent la paroi de la graine, ils se recourbent en arrière sur eux-mêmes et s'enroulent en suivant le contour général de la graine. Si l'on prend une tasse à thé ordinaire, et qu'on essaye de la tapisser intérieurement avec une feuille de papier, ce papier fera tout naturellement des plis. Si l'on coupe ces plis et qu'on ne conserve du papier que ce qui peut s'appliquer sur les parois intérieures de la tasse, sans qu'aucune portion de la feuille chevauche sur une autre, on constatera qu'elle est découpée en lobes qui ressemblent plus ou moins à



ceux des cotylédons du tilleul. Réciproquement si on découpe un morceau de papier en lobes analogues à ceux des cotylédons du tilleul, on peut tapisser avec ces morceaux de papier l'intérieur de la tasse. C'est un cas qui est presque le même que celui de notre main, qu'on peut ouvrir et fermer aisément parce que les cinq doigts sont séparés.

*Cotylédons inégaux.* — Dans les cas dont j'ai parlé jusqu'ici les deux cotylédons sont égaux, mais il y a plusieurs cas où l'un des cotylédons est plus grand que l'autre. Ces cas n'ont pas échappé à l'attention de Darwin; il a attribué cette différence au fait « que des réserves alimentaires s'accumulent en quelque autre partie, comme dans l'hypocotyle ou l'un des cotylédons ». J'avoue que je ne vois pas en quoi cela peut expliquer le fait. La supposition que j'ai faite, c'est que cette différence est due à la position relative des deux cotylédons dans la graine, qui en certains cas favorise l'un des deux aux dépens de l'autre. Ainsi dans la moutarde les cotylédons sont inégaux, et nous avons déjà vu qu'ils sont repliés l'un dans l'autre; le cotylédon externe a donc plus de place pour se développer et devient plus grand. Dans beaucoup d'autres crucifères, bien que les cotylédons ne soient pas repliés l'un dans l'autre, ils sont repliés sur la radicule, et le cotylédon externe a plus de place que l'autre.

*Cotylédons asymétriques.* — Dans d'autres cas, comme dans les géraniums, le laburnum, les lupins etc., il y a inégalité, non pas entre les deux cotylédons, mais entre les deux moitiés de chaque cotylédon. Chez les Géraniums, cela est dû à la manière dont les cotylédons sont pliés. Dans le chou et la moutarde l'un des cotylédons est, ainsi que nous l'avons dit, enveloppé dans l'autre: chez le Géranium, une moitié de chaque cotylédon est enveloppée dans une moitié de l'autre, les deux moitiés internes sont aussi les plus petites, les deux moitiés externes les plus grandes (*convolution*).

Dans le laburnum au contraire, l'inégalité des deux côtés du cotylédon est due à l'inégalité des deux côtés de la graine.

*Cotylédons souterrains.* — J'ai déjà fait remarquer que dans certains cas les cotylédons remplissent la graine tout entière; dans le cas des graines plus ou moins sphériques, c'est tantôt en se repliant sur eux-mêmes, tantôt parce qu'ils s'épaississent plus ou moins comme dans les pois et les fèves, les noisettes et les châtaignes. C'est pour cette raison que ces graines se séparent plus ou moins facilement en deux moitiés: la radicule et la plumule sont si petites en comparaison que d'ordinaire elles passent inaperçues; lorsque le marron d'Inde est pelé

cependant, la radicule apparaît comme une sorte de queue.

Dans certains cas les cotylédons arrivent au jour, dans d'autres comme dans celui du chêne et du marronnier d'Inde, ils n'abandonnent jamais la graine et ne sortent jamais du sol; ils ont perdu leurs fonctions de feuilles et ne sont plus que des dépôts de provisions.

Vous est-il jamais arrivé de vous demander en mangeant des noix pourquoi leur structure est si complexe, pourquoi la partie comestible est divisée en tant de plis et de lobes compliqués? L'histoire de ce développement est fort intéressante.

Dans la noix, les cotylédons ne quittent jamais la graine, mais dans une espèce voisine, les *Pterocarya*, ils viennent au jour, comme c'est la règle; ils ont une forme très particulière et sont très profondément quadrilobés. La raison en est fort curieuse. Le fruit est originairement beaucoup plus grand que la graine; mais lorsque la maturité approche, le tissu ligneux se résorbe en quatre endroits, laissant ainsi quatre vides. Dans ces espaces vides la graine envoie quatre prolongements et dans chacun d'eux, chaque cotylédon envoie un lobe. C'est là l'origine des quatre lobes. C'est à peu près la même chose qui arrive pour la noix, mais avec cette différence que les espaces vides sont beaucoup plus grands, de telle sorte qu'on n'a pas l'impression d'une paroi solide dont les dépressions seraient occupées par la graine, mais qu'il semble que la graine se soit plissée et que la paroi du fruit ait poussé des prolongements entre les plis. Pour remplir tous ces vides, les cotylédons se sont repliés et ont pris l'apparence que nous leur voyons. Le fruit du *Pterocarya* est beaucoup plus petit que celui du marronnier d'Inde, qui certainement n'était pas tout d'abord aussi gros qu'il l'est maintenant. A mesure qu'il a grossi, les cotylédons sont devenus plus charnus et ont eu plus de peine à sortir de la graine, de telle sorte qu'à la fin ils ne l'ont plus essayé. Ces curieux plis qui nous sont si familiers sont le résultat des efforts faits par les cotylédons originairement foliacés pour occuper l'intérieur de la noix. Si on les sépare, on trouve aisément la petite radicule et la plumule avec de cinq à sept paires de petites feuilles.

Mais peut-être me demandera-t-on pourquoi j'ai supposé que les cotylédons s'étaient modelés sur la graine. La forme de la graine ne serait-elle pas au contraire déterminée par celle des cotylédons? La taille, la forme des graines est cependant évidemment en rapport avec l'état, les conditions d'existence de la plante mère.

Prenons un exemple: Les cotylédons du syc-



more sont longs, étroits en forme de bande, ceux du hêtre sont courts, fort larges et en forme d'éventail. Les deux espèces sont aërispermiques, l'embryon occupe tout l'intérieur de la graine. La graine du sycomore est un sphéroïde plus ou moins aplati, les longs cotylédons rubannés se roulent en forme de boule et la remplissent exactement (le cotylédon interne est souvent un peu plus court que l'autre). D'autre part les graines du hêtre sont plus ou moins triangulaires : si les cotylédons étaient disposés comme ceux du sycomore, il resterait nécessairement des vides. Aussi sont-ils repliés comme un éventail, mais comme un éventail plus compliqué, de telle sorte qu'ils remplissent admirablement toute la graine triangulaire.

Mais pouvons-nous aller plus loin? Pourquoi la graine du sycomore est-elle globuleuse et celle du hêtre triangulaire? Est-il évident que les cotylédons sont faits de manière à s'adapter à la graine? Ne pourrait-on dire que c'est la graine qui est adaptée aux cotylédons? Pour répondre à cette objection il nous faut examiner le fruit; nous constatons que dans les deux cas la cavité du fruit est à peu près sphérique. Mais le fruit du sycomore est comparativement petit ( $\frac{1}{5}$  de pouce de diamètre), et ne contient qu'une graine qui s'adapte exactement à la cavité où il est enfermé, tandis que, dans le

hêtre, le fruit est d'une taille au moins double et contient de deux à quatre fruits, qui sont par conséquent obligés, pour occuper tout l'espace, de prendre, comme les quartiers d'une orange, une forme plus ou moins triangulaire. Dans ces cas-là, c'est donc la forme du fruit qui détermine celle de la graine, et la forme de la graine qui détermine celle des cotylédons. Mais bien que les cotylédons s'adaptent souvent à la forme de la graine, ce n'est pas toujours le cas; d'autres facteurs doivent être pris en considération; mais si nous en tenons compte, nous pouvons, telle est du moins mon opinion, jeter beaucoup de lumière sur les raisons qui font que telle ou telle plantule prend une forme ou une autre.

J'ai essayé d'indiquer quelques-uns des principes dont dépendent, me semble-t-il, les formes des feuilles et des plantules et de les appliquer à certains cas particuliers; mais cet ordre d'études est encore dans l'enfance, le nombre et la variété des espèces de feuilles est presque infini, et la question tout entière offre, j'ose le dire, un champ de recherches et d'observations au nombre des plus intéressantes de toute l'histoire naturelle.

Sir John Lubbock.

de la Société royale de Londres.

## LES TRAVAUX DE LA COMMISSION DU GRISOU

On sait que le grisou est formé par de l'hydrogène proto-carboné ou formène qui est enfermé entre les feuillettes de la houille sous une pression parfois considérable. Pendant l'abatage de la houille, ce gaz se dégage en produisant un bruissement particulier, analogue au bruit de la pluie, et il se rassemble à la partie supérieure des galeries, de préférence dans des excavations auxquelles on donne le nom de cloches. La quantité de grisou qui se dégage dans une galerie est variable d'un jour à l'autre. On a cherché à rapprocher ces variations de celles de la pression atmosphérique; mais il est impossible d'établir une relation nette, comme l'a montré M. Le Chatelier, dans un mémoire paru aux *Annales des mines*. Lorsque la proportion de grisou contenue dans l'air atteint de 6 à 18 pour cent environ, le mélange est combustible et peut détoner en produisant des accidents très graves. L'inflammation a lieu, soit par contact avec la flamme d'une lampe (ordinairement à feu nu, mais dans certains cas les lampes de sûreté peuvent

provoquer l'inflammation), soit par le contact avec les gaz chauds provenant du tirage d'un coup de mine. De 1881 à 1887 on a enregistré 93 accidents de grisou sur lesquels 59 causés par l'emploi des lampes faisaient 115 victimes (34 morts, 81 blessés) tandis que les 36 causés par des coups de mine étaient beaucoup plus graves et faisaient 276 victimes (194 morts, 92 blessés). Il était donc absolument nécessaire de préciser les précautions à prendre pour éviter, autant que possible, la production de semblables explosions. Les différents gouvernements européens ont nommé dans ce but des commissions spéciales qui ont déjà publié d'importantes recherches.

Les travaux de la commission française ont été conduits comme des recherches scientifiques et se distinguent en cela de ceux des commissions étrangères. La plupart des expériences effectuées sont des expériences de laboratoire, mais elles ont conduit à des résultats nettement formulés que les essais pratiques ont pleinement vérifiés. Ces re-



cherches font le plus grand honneur au corps des ingénieurs de l'État. Nous allons essayer d'en résumer les principaux résultats, en laissant de côté la partie technique.

## I

Dans ces dernières années, plusieurs ingénieurs avaient émis l'idée que les poussières de houille jouaient un rôle important dans les explosions de grisou. Les expériences récentes ont montré que les poussières ne sont dangereuses qu'autant qu'elles sont plongées dans un mélange détonant par lui-même, et n'en augmentent pas l'inflammabilité. Il n'y a donc pas lieu d'en tenir compte pour déterminer les conditions de sécurité, et il suffira d'expérimenter sur le mélange d'air et de grisou.

La question qui s'imposait tout d'abord était l'étude de la combustion des mélanges grisouteux, sur laquelle on n'avait que des données fort incertaines, dues pour la plupart à Davy. Cette étude a été effectuée par MM. Mallard et Le Châtelier, ingénieurs au corps des Mines, et leurs recherches étendues à un grand nombre de mélanges gazeux détonants ont été résumées dans trois mémoires parus aux *Annales des mines* en 1883. Le premier traite de la température d'inflammation, le second de la vitesse de propagation de la combustion, le troisième de la pression développée et de la température de combustion.

1° *Température d'inflammation.* — Lorsque l'on élève progressivement la température d'un mélange gazeux détonant, la combinaison se produit peu à peu par une véritable combustion lente. Il fallait donc porter brusquement le mélange à une température donnée. Voici la disposition qui a été employée : un matras de porcelaine dans lequel on a fait le vide est chauffé dans un four à gaz. Quand la température est devenue stationnaire, on le met en communication avec un gazomètre contenant le mélange gazeux, et du volume de gaz qui est entré dans le matras on déduit s'il y a eu contraction de volume et par suite combinaison. On recommence ensuite à une autre température et on arrive ainsi à comprendre la température d'inflammation entre deux limites déterminées.

Ces expériences ont conduit aux résultats suivants :

La température d'inflammation d'un mélange gazeux est sensiblement indépendante de la proportion de gaz inerte ajouté au mélange tonnant. Cette température est d'environ 650° pour les mélanges grisouteux.

Le mélange d'air et de grisou présente une particularité remarquable. L'inflammation ne se pro-

duit pas instantanément; et le retard, qui peut atteindre une dizaine de secondes, est d'autant plus faible que la température à laquelle on porte le gaz est plus élevée.

L'inflammation d'un mélange d'air et de grisou est donc fonction de deux facteurs : la température et le temps pendant lequel agit cette température.

2° *Vitesse de propagation.* — Différentes méthodes ont été employées successivement. On a cherché d'abord quelle vitesse il fallait donner à un courant gazeux s'écoulant à travers un orifice en mince paroi pour que la flamme produite à cet orifice ne pût pas rentrer dans le tube. Dans d'autres séries d'expériences, MM. Mallard et Le Châtelier ont étudié la propagation de la flamme dans un tube plein de mélange détonant en enregistrant le passage de la flamme en des points donnés, soit par des signaux électriques, soit par des signaux pneumatiques, soit enfin par inscription photographique.

Ils ont trouvé par ces différentes méthodes que, pour le mélange de formène et d'air, la vitesse de propagation, sensiblement nulle quand il y a 6 % de formène, atteint un maximum égal à environ 0<sup>m</sup>60 par seconde pour le mélange contenant 12,2 % de formène et redevient nulle pour le mélange à 18 %.

La vitesse de propagation dépend de la température du mélange gazeux et, au-dessous d'une certaine limite, du diamètre du tube qui contient le mélange. Pour un diamètre suffisamment petit, la vitesse devient nulle même pour les mélanges les plus détonants, et la combustion ne peut se propager.

La vitesse de propagation maximum de 0<sup>m</sup>60 ne suffit pas à expliquer les effets mécaniques considérables que peuvent produire les explosions de grisou. Mais il faut remarquer qu'elle se rapporte au mélange gazeux en repos. L'agitation du gaz a une influence considérable sur la vitesse de propagation, ainsi que l'avaient déjà fait remarquer MM. Schlœsing et de Mondésir. MM. Mallard et Le Châtelier ont pu, dans des expériences de laboratoire, obtenir des vitesses de propagation de 20 mètres par seconde en agitant le gaz, et, on peut concevoir que, dans certaines conditions, les explosions qui se produisent dans les mines atteignent des vitesses beaucoup plus grandes. Ce fait a une importance considérable au point de vue des effets produits par les explosions de grisou et explique pourquoi les dégâts sont souvent moins considérables au point où s'est produit l'inflammation que dans les galeries voisines, l'état d'agitation des gaz augmentant à mesure que la combustion se propage.



### 3<sup>e</sup> Pression développée et température de combustion —

Cette troisième partie des recherches de MM. Mallard et Le Châtelier est de beaucoup la plus considérable. Les expériences consistaient à étudier, au moyen d'un manomètre enregistreur, les pressions développées par l'explosion du mélange gazeux enfermé dans un eudiomètre métallique, et à déduire de la variation de cette pression la marche du refroidissement des produits de la combustion. Connaissant la pression maxima développée, on peut calculer la température de combustion, pourvu qu'on connaisse les produits qui prennent naissance. L'étude du refroidissement des produits de la combustion a permis de déterminer à ces températures très élevées (environ 2.000°) les chaleurs spécifiques des gaz formés. MM. Mallard et Le Châtelier ont trouvé ainsi que les chaleurs spécifiques des gaz à volume constant sont fonctions de la température, et peuvent en général se représenter par des formules simples telles que

$$C = a + bt.$$

Ce résultat est excessivement important au point de vue du calcul de la température de la détonation d'un explosif, calcul que nous retrouverons à propos de l'emploi des explosifs dans une atmosphère grisouteuse.

## II

La flamme du mélange grisouteux le plus combustible ne peut se propager dans un tube de 3,2 millimètres de diamètre environ, mais elle y pénètre de 30 millimètres avant de s'éteindre. En prenant ces tubes de plus en plus étroits, on diminue graduellement la longueur de pénétration, et comme la flamme s'arrête toujours à une certaine distance des parois par suite de l'action refroidissante qu'elles exercent, on peut arriver à un diamètre de tube pour lequel la longueur de pénétration est nulle. Une toile métallique suffisamment fine pouvant être assimilée à un assemblage de tubes très étroits et très courts arrêtera donc la flamme d'un mélange gazeux combustible. C'est sur ce principe qu'est basée la construction de la lampe de sûreté de Davy.

Mais la sécurité donnée par une toile métallique dépendant de la vitesse de propagation de la flamme est par cela même fonction de la composition du mélange gazeux, de son degré d'agitation et de la température à laquelle il est porté. Telle lampe qui sera absolument sûre dans certaines conditions ne présentera plus dans d'autres la moindre sécurité. Il importe donc d'examiner les différents cas qui peuvent se présenter.

L'agitation du mélange gazeux est la cause qui

intervient le plus fréquemment pour modifier la sécurité d'une lampe à toile métallique. On conçoit en effet que la vitesse de translation d'un mélange gazeux traversant une toile métallique s'ajoute à la vitesse de propagation de la flamme, vitesse qui a déjà été considérablement accrue par l'état d'agitation du gaz. Il suit de là qu'une toile métallique qui arrête la flamme d'un mélange gazeux au repos pourra fort bien se laisser traverser par la flamme du même mélange, lorsque celui-ci sera animé d'un mouvement de translation ou lorsqu'on déplacera la lampe plus ou moins rapidement.

L'inflammation peut se transmettre à travers le treillis par un autre mécanisme : si le mélange gazeux peut se renouveler à l'intérieur de la lampe assez vite pour que la flamme arrêtée à la toile métallique ne s'éteigne pas, la toile métallique va s'échauffer peu à peu, et au bout d'un temps plus ou moins long, les gaz brûlés sortiront de la lampe à une température suffisamment élevée pour enflammer le mélange gazeux extérieur. Le pouvoir refroidissant de la toile métallique aura alors une grande importance. Il intervient aussi en ce que, la vitesse de propagation augmentant notablement avec la température, une toile métallique donnée se laissera traverser d'autant plus facilement qu'elle sera portée à une température plus élevée.

Enfin quand la lampe est plongée dans un mélange gazeux en repos, il peut se présenter des circonstances où l'explosion intérieure traverse la toile métallique. Ces circonstances ont été précisées par M. Marsaut. Si une lampe de sûreté a pu se remplir presque complètement de mélange détonant sans qu'il y ait explosion, au moment où l'inflammation se produira à la partie inférieure, la vitesse de la flamme augmentera rapidement à mesure qu'elle se propagera par suite de l'état d'agitation que prendra le gaz, et au moment où la flamme arrivera sur la toile métallique elle pourra posséder une vitesse suffisante pour la traverser. Ces conditions peuvent se présenter quand on élève une lampe, brûlant à petit feu dans une cloche pleine de mélange grisouteux, opération que l'on effectue souvent pour rechercher le grisou. Ce cas ne sera pas très fréquemment dangereux, l'inflammation ayant lieu le plus souvent avant que le mélange gazeux ait rempli la lampe. Mais il importe néanmoins d'en tenir compte. Le plus ou moins de sécurité d'une lampe dans ces conditions dépendra essentiellement de ses dimensions, c'est-à-dire du point où se fera l'inflammation du mélange gazeux dans le cas le plus défavorable, et de la grandeur des mailles de la toile métallique.

Un grand nombre de modèles de lampes de sûreté ont été proposés pour éviter ces causes de danger. Dans toutes ces lampes on a entouré la flamme



d'un manchon en verre pour augmenter le pouvoir éclairant, qui est très faible dans la lampe Davy.

Ces lampes se distinguent en deux classes, suivant la façon dont elles sont alimentées d'air. Les lampes à alimentation directe, où l'air arrive par un treillis placé à la partie inférieure du manchon de verre; les lampes à alimentation renversée où l'air arrive par la partie inférieure du treillis qui surmonte le manchon de verre, contourne la flamme et remonte ensuite par la partie centrale.

Les lampes à alimentation directe sont celles qui éclairent le mieux, mais elles s'éteignent très facilement par l'agitation et présentent un inconvénient grave : le mélange gazeux arrivant par la partie inférieure de la lampe, la flamme, une fois produite, persiste à la partie supérieure. Il en résulte que la lampe s'échauffe peu à peu, ce qui peut amener la rupture du verre ou le passage de la flamme à travers la toile métallique.

Dans les lampes à alimentation renversée, au contraire, les produits de la combustion s'échappant moins facilement, il en résulte que, en général, lorsque l'inflammation se produit à l'intérieur, les fumées sont rabattues sur la flamme de la lampe qui s'éteint. De plus, on cherche en général à disposer la lampe de telle sorte qu'il se produise dans les gaz brûlés un remous capable de les mélanger partiellement au gaz frais à son entrée dans la lampe. Le mélange gazeux qui pénètre dans la lampe est ainsi rendu moins combustible, ce qui augmente considérablement la sécurité.

Les deux lampes les plus employées actuellement en France appartiennent toutes deux à ce type. Ce sont les lampes Marsaut (fig. 1) et Mueseler (fig. 2).

Dans la lampe Marsaut, le treillis métallique est entouré d'un manchon métallique plein que l'air est obligé de contourner avant d'entrer dans la lampe. On évite ainsi l'influence des mouvements gazeux. Les expériences de la commission du grisou ont montré que cette lampe ne laissait pas passer la flamme, lorsqu'on la plaçait dans des courants gazeux animés d'une vitesse comprise entre cinq et dix mètres par seconde. Le treillis métallique est en général doublé et quelquefois même triplé, et les mailles choisies de façon à assurer le reflux des produits de la combustion. Cette lampe s'éteint immédiatement quand on l'introduit dans un mélange détonant.

Dans la lampe Mueseler (fig. 2), l'air traverse d'abord une toile métallique *a* qui surmonte le verre, puis un second treillis horizontal *b*; les produits de la combustion s'échappent ensuite par une

cheminée étroite *c*, ce qui en assure le reflux. Cette lampe résiste parfaitement aux courants horizontaux animés d'une vitesse de dix mètres par seconde. Avec des courants très obliques, la flamme peut passer pour des vitesses beaucoup moindres; mais, en diminuant le diamètre de la cheminée, on peut obtenir une lampe qui résiste à des courants de cinq mètres par seconde.

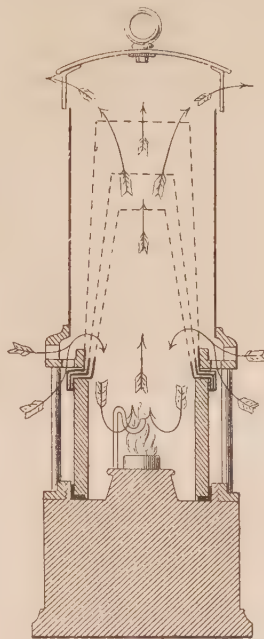


Fig. 1. — Lampe Marsaut à manchon métallique plein.

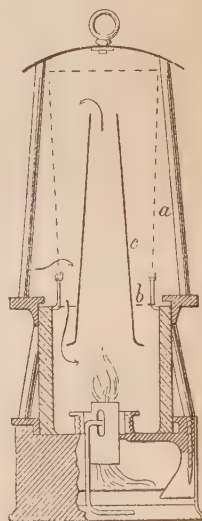


Fig. 2. — Lampe Mueseler.  
*a*, toile métallique; —  
*b*, treillis horizontal; —  
*c*, cheminée.

Les nombreuses expériences effectuées par la commission du grisou sur les diverses lampes ont montré que, si on laisse de côté la lampe de Davy, très sensible aux mouvements gazeux, les types décrits ci-dessus ne présentent pas de danger dans les conditions ordinaires, lorsqu'ils sont en bon état. La plupart des accidents dus aux lampes doivent être rapportés, soit à leur ouverture, soit à une fermeture incomplète ou à une dégradation du treillis.

Enfin la lampe de sûreté doit indiquer au mineur la présence de proportions relativement faibles de grisou par l'aspect de la flamme. Celle-ci présente un allongement notable et il se forme sur son contour une auréole bleue. Cette auréole est difficilement observable dans les conditions ordinaires. MM. Mallard et Le Chatelier ont proposé l'emploi soit d'une lampe à alcool qui donne une flamme incolore en temps ordinaire, soit d'un système d'écrans qui cache la partie éclairante de la flamme et laisse observer l'auréole sur un fond obscur.



## III

Les explosifs sont employés dans certaines mines pour l'abatage de la houille, et ils sont absolument indispensables dans les travaux au rocher. De nombreux accidents avaient montré que le tirage à la poudre allume presque à coup sûr un mélange grisouteux. Par contre les explosifs brisants tels que la dynamite, le coton poudre, etc., semblaient moins dangereux. Ces résultats s'expliquent aisément d'après l'étude de l'inflammation des mélanges grisouteux. L'inflammation étant soumise à un certain retard, les gaz chauds provenant d'une explosion pourront, quoique leur température initiale soit très élevée, ne pas allumer un mélange détonant, s'ils se refroidissent suffisamment vite. Or le refroidissement de ces gaz dépend de deux causes : leur détente et leur mélange avec l'air froid environnant. L'explosion étant presque instantanée dans les explosifs brisants, les gaz produits se trouveront au premier instant condensés à une pression considérable sous un volume à peine supérieur à celui de l'explosif ; ils se détendront donc très brusquement et subiront ainsi un refroidissement bien plus rapide que cela n'a lieu avec la poudre dont la combustion est graduelle. La théorie, d'accord avec l'expérience, indiquait donc la suppression du tirage à la poudre et l'emploi exclusif des explosifs brisants. Parmi ceux-ci, ceux qui détonent à la température la plus basse sont ceux qui présenteront le plus de sécurité. Il y avait donc à étudier : 1° La température maxima que peuvent atteindre les gaz provenant d'une explosion pour qu'ils ne puissent enflammer un mélange détonant. C'est ce que la Commission du grisou appelle la *température apparente d'inflammation*. 2° La température de détonation des différents explosifs actuellement en usage. 3° Les moyens propres à abaisser la température des gaz provenant de l'explosion, soit en faisant varier la nature de l'explosif, soit en changeant les conditions dans lesquelles se produisait la détonation.

Les recherches expérimentales destinées à éclaircir ces différents points ont été effectuées à la poudrerie de Sevrans-Livry par une sous-commission spéciale. Les expériences étaient faites au moyen d'une chaudière de 10 mètres cubes de capacité au sein de laquelle on introduisait le mélange grisouteux dans les proportions les plus favorables à la détonation. La chaudière communiquait avec un manomètre à eau indiquant les variations de pression intérieure, et l'explosif en essai était suspendu au milieu du mélange gazeux. Cette chaudière a été employée aussi dans d'autres conditions. Lorsqu'on la remplissait d'air et qu'on y faisait détoner un explosif, elle se comportait comme un

calorimètre et de la connaissance des variations de pression on pouvait déduire la quantité de chaleur dégagée et par suite la *température de détonation*<sup>1</sup>.

Il y a une grande différence entre les actions produites par un explosif, suivant que la détonation a lieu à l'air libre ou au sein d'une enveloppe résistante. Dans le second cas, les réactions s'effectuent plus complètement, et, de plus, les gaz arrivent au contact du mélange grisouteux à une température plus basse, car ils ont d'abord à effectuer un certain travail pour disloquer l'enveloppe résistante et en projeter les fragments. C'est sur ce phénomène qu'on s'est basé pour déterminer la température apparente d'inflammation du mélange grisouteux. (On ne s'est naturellement occupé que du mélange le plus inflammable.)

Une cartouche de 50 grammes de dynamite à 25 % de silice, détonant à l'air libre, enflamme à coup sûr le mélange grisouteux. La température de détonation est voisine de 2940°. En enveloppant cette cartouche de tubes de plomb ou d'étain d'épaisseurs variées, on peut abaisser graduellement la température que possèdent les gaz provenant de l'explosion au moment où ils viennent au contact du grisou. Et dans chaque cas, on pourra mesurer cette température par une expérience faite dans la chaudière fonctionnant comme calorimètre. On a obtenu ainsi les résultats suivants : en entourant la cartouche d'un tube de plomb tel que la température des gaz de l'explosion fût abaissée à 2280°, l'inflammation se produit. Mais si, prenant un tube plus fort, on abaisse la température des gaz à 2150° environ, l'inflammation ne se produit plus. La température apparente d'inflammation du mélange grisouteux le plus inflammable peut donc être fixée à 2200° environ.

Ces expériences font ressortir en outre l'influence considérable que possède le travail effectué par les gaz de l'explosion sur le danger qui en résulte. On peut en déduire qu'un coup de mine est d'autant moins dangereux qu'il travaille plus, et par suite on doit apporter le plus grand soin au bourrage. Ce résultat est encore confirmé par les expériences suivantes : si dans un même tube on fait varier la densité de chargement, c'est-à-dire le rapport du volume occupé par l'explosif au volume total, le travail effectué par les gaz sera d'autant moindre que la densité de chargement sera plus faible. En effet les gaz, ayant subi une détente avant d'arriver au contact du tube, en pro-

<sup>1</sup> La variation de pression est proportionnelle, non à la température que prend le gaz, mais à la quantité de chaleur dégagée. C'est un véritable thermomètre à calories, comme le thermomètre de Diess et le thermocalorimètre de Favre et Silbermann.



jetteront les fragments avec une vitesse moindre que lorsque le contact est immédiat. L'abaissement de température subi de ce fait sera donc plus faible, et l'on constate en effet qu'un tube qui empêche l'inflammation de se produire lorsque la dynamite y est exactement bourrée, ne produit plus d'effet lorsque l'explosif est placé dans un mince tube de verre au milieu du tube de plomb.

On pourra donc diminuer beaucoup le danger présenté un explosif en ayant soin de l'employer de façon qu'il travaille le plus possible. Mais il peut se produire dans certains cas que le coup de mine débouffe et ne travaille pas. Comme il faut toujours prévoir les conditions les plus dangereuses, c'est donc la température de détonation à l'air libre que l'on devra déterminer.

La température de détonation d'un explosif T peut être calculée, quand on connaît la chaleur Q dégagée par la réaction et la chaleur spécifique moyenne C des produits de la combustion, au moyen de la formule :

$$Q = CT$$

Q se détermine au moyen de la chaudière transformée en calorimètre. On peut d'ailleurs le calculer directement au moyen des données thermochimiques quand on connaît les réactions qui se produisent. Les valeurs de C pour les différents gaz ont été données par MM. Mallard et le Châtelier sous forme d'expression à 2 termes telles que  $C = a + bT$ . On peut donc ainsi calculer la température T.

La température de détonation en vase clos peut se déterminer par une autre méthode quand on connaît la pression développée par l'explosion. Connaissant le volume et la pression d'une masse gazeuse, on peut par l'application des formules de Clausius, Sarrau ou Van der Vaals, calculer la température. Les données nécessaires à ce calcul ont été fournies par de nombreuses expériences de MM. Berthelot, Sarrau et Vieille. En comparant les résultats fournis par ces deux méthodes, on a constaté que les résultats sont concordants, c'est-à-dire que les réactions sont les mêmes à l'air libre et en vase clos, pour quelques explosifs, entre autres la dynamite. Mais pour un grand nombre d'autres, il y a une différence indiquant que les réactions sont incomplètes à l'air libre. En général cela abaissera la température de détonation et par conséquent ne sera pas dangereux, mais il est certains cas où la détonation d'un explosif à l'air libre dégage plus de chaleur que la détonation en vase clos. Ce cas s'est présenté par exemple pour des coton-poudres peu nitrés, et s'explique par ce fait que les produits de la déto-

nation, étant combustibles, viennent brûler au contact de l'air. On devra donc chercher un explosif qui dans aucune condition ne présente un mode de décomposition capable d'enflammer le grisou. Parmi les explosifs simples, le seul dont la température de détonation soit inférieure à 2200° est l'azotate d'ammoniaque. Mais ce corps présente une très faible aptitude à la détonation et sa décomposition est toujours très incomplète. On est donc conduit à rechercher des explosifs binaires qui détonent facilement et dont la température de détonation soit suffisamment basse.

Ces explosifs peuvent être formés par le mélange avec un explosif donné, soit d'une substance inerte, soit d'une substance décomposable par la chaleur, soit enfin d'un autre explosif détonant à basse température, qui devra être par conséquent l'azotate d'ammoniaque.

Les deux premiers cas conduisent au même résultat : les expériences de la commission ont montré en effet que les substances décomposables par la chaleur, mélangées à l'explosif (carbonate de soude hydraté, chlorhydrate d'ammoniaque, etc.) n'ont pas le temps de subir une décomposition notable pendant la durée de l'explosion et se comportent par suite comme des substances inertes, comme la silice dans la dynamite. Il faut alors, pour obtenir un effet utile, augmenter considérablement la proportion de matière mélangée à l'explosif qui devient encombrant.

On est donc ramené à chercher des mélanges d'un explosif avec l'azotate d'ammoniaque. Ceux-ci se sépareront encore en deux groupes, suivant que les explosifs détoneront indépendamment l'un de l'autre, ou que les produits de la détonation pourront réagir mutuellement. La commission du grisou recommandait surtout dans le premier groupe les mélanges de dynamite et d'azotate d'ammoniaque ne renfermant pas plus de 40 % de dynamite et dans le 2<sup>e</sup> groupe les mélanges de coton-poudre et d'azotate d'ammoniaque à 20 % de coton poudre, les mélanges de binitro-benzine et d'azotate d'ammoniaque à 10 % de binitro benzine.

Ces différents explosifs ont été essayés aux mines d'Anzin, Firminy, Blanzy et Ronchamp en 1889. Les cartouches employées pesaient de 50 à 100 grammes. Il ne faut pas oublier en effet que le poids de l'explosif employé a une influence considérable sur la sécurité qu'on peut en attendre, et que les expériences de la commission n'ont jamais porté sur des cartouches de plus de 200 grammes. Le but de ces essais était principalement de déterminer si les nouveaux explosifs qui satisfont aux conditions reconnues nécessaires pour l'emploi dans les mines à grisou sont d'un usage commode et peuvent fournir un effet utile suffisant.



Les essais ont été très satisfaisants, mais les résultats fournis par les différentes mines peu concordants au point de vue de l'effet que peuvent produire les différents explosifs, ce qui tient à ce que les moyens de comparaison employés n'étaient pas les mêmes. Les résultats les plus probables indiquent que les mélanges à 20 et 30 % de dynamite possèdent une force explosive sensiblement égale aux  $\frac{2}{3}$  de celle de la dynamite, soit le double de celle de la poudre noire.

En résumé, les expériences de la Commission relatives à l'emploi des explosifs dans les mines à

grisou ont montré nettement que l'inflammation se produit toujours (pour le mélange le plus inflammable) quand la température de détonation est supérieure à 2200°. Au-dessous de ce chiffre, l'inflammation peut se produire dans certains cas, mais d'autant plus difficilement que la température sera plus basse. A 1600°, on aura une sécurité très grande, et cette température peut être atteinte avec des explosifs présentant une aptitude suffisante à la détonation.

**Georges Charpy.**

Professeur de Chimie à l'École Monge.

## LA TRÉPANATION DU CRANE

L'ouverture du crâne par la trépanation remonte aux temps préhistoriques. Les récentes recherches des anthropologistes français, Broca <sup>1</sup>, Prunières, de Mortillet établissent que nos ancêtres de l'époque néolithique eurent la hardiesse d'enlever sur leurs semblables des parcelles de la boîte crânienne. Dans le principe, l'opération eut un caractère sacré. Comme toutes les névroses convulsives, l'épilepsie (*morbus daemoniacus*) dut être attribuée à quelque esprit mauvais enfermé dans la tête et la trépanation avait pour but de l'en faire sortir. Les opérés survivaient-ils, on les considérait comme des êtres surnaturels, dignes d'une haute vénération et on gardait après leur mort, à titre d'amulettes, des fragments de leur crâne, détachés au pourtour de l'orifice artificiel. Broca pense même que la tonsure des prêtres, qui a été signalée dans l'Inde avant l'ère chrétienne, n'est qu'un souvenir de cette initiation barbare.

### I

C'est avec un silex qu'on pratiquait la trépanation dans l'âge de pierre. M. Lucas-Championnière <sup>2</sup> a montré qu'avec un fragment de pierre taillée, mince et étroite, mise en mouvement de rotation par la main, on perforait un crâne en quelques secondes. C'est ainsi que les bergers de la Lozère ouvrent en vrillant, avec la pointe de leur couteau, le crâne de leurs moutons atteints de tounis (D<sup>r</sup> Prunières) <sup>3</sup>.

On retrouve encore la coutume de la trépanation très enracinée chez certaines peuplades de l'Océanie et surtout chez les Kabyles de l'Aurès, dans la province de Constantine. Les auteurs qui ont étudié les migrations humaines expliquent comment la tradition a

pu perpétuer chez ces tribus une pratique de la plus haute antiquité. Les populations de l'Aurès descendent des Numides qui avaient leur capitale à Cirta (la Constantine moderne); d'après Salluste, les Numides descendaient eux-mêmes des Perses qu'il considère comme des débris de l'armée d'Hercule (D<sup>r</sup> Védrenes) <sup>4</sup>.

Quoi qu'il en soit, l'usage de la trépanation est spécial aux indigènes du massif de l'Aurès, population d'humeur batailleuse, fréquemment exposée aux plaies de la tête. L'opération est le privilège des thébibs, prêtres trépaneurs qui y procèdent avec le *brima* (*tarière*). Conformément aux préceptes formulés dans le livre *El Harounéia*, « on panse avec de l'huile d'œuf et du lait de femme et on couvre le tout d'un morceau de plomb pour empêcher la matière cérébrale de sortir ». Les Aurasien semblent se jouer de cette opération, qu'ils tiennent pour bénigne. Dans le village de Sidi Ocha un thoubib disait en 1881, à M. Lucas-Championnière, qu'il avait été trépané quatre fois et son père douze fois. Un seul de ces spécialistes compte à son actif 350 trépanations. Or, si l'on examine de près les trépanations préhistoriques, les ouvertures des crânes que le général Faidherbe a fait extraire des dolmens de Rocknia (province de Constatine), enfin les instruments des thébibs, on est conduit à penser que les Aurasien sont, en matière de trépanation, les continuateurs de l'âge de pierre (fig. 4).

Avec Hippocrate l'opération devint classique. Il la pratiquait avec une couronne dentée qu'un archet mettait en mouvement. Celse décrit avec détails le trépan à couronne (*χρονις* des Grecs) et la tarière (*terebra*) <sup>2</sup>. Au moyen âge l'opération était abandonnée à des empiriques « *ciculatores* », puis

<sup>1</sup> Broca. *Bulletin de la Société d'Anthropologie*, 1876.

<sup>2</sup> *Étude historique et clinique sur la trépanation du crâne*, 1878.

<sup>3</sup> *Association française*. Lille, 1874.

<sup>4</sup> De la trépanation du crâne chez les indigènes de l'Aurès, *Revue de chirurgie*, 1883.

<sup>2</sup> Celse. Livre VIII, chap. III.



avec Guy de Chauliac et Ambroise Paré elle revint en honneur. Vers le milieu du siècle dernier, les plus illustres représentants de l'Académie royale de chirurgie se prononcèrent en faveur du trépan :

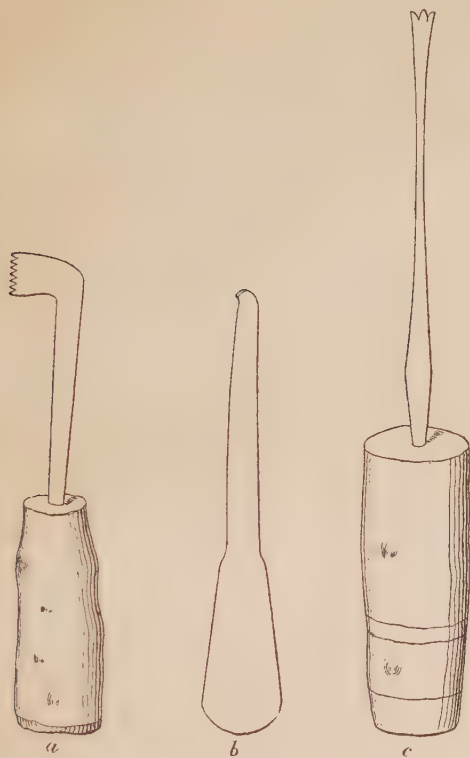


Fig. 1. — Instruments des Kabyles de l'Aurès pour la trépanation; *a*, scie à dents larges; *b*, crochet fait d'un manche de cuiller; *c*, tarière.

tels Quesnoy et J. L. Petit. En Angleterre Percival Pott allait encore plus loin et professait que dans toutes les fractures du crâne, à très peu d'exception près, la trépanation s'imposait. C'était excessif. La réaction commença avec Desault, qui avait été découragé par la mortalité fréquente de ses opérés dans le déplorable milieu nosocomial de l'Hôtel-Dieu. Elle fut vigoureusement poursuivie en France par Malgaigne et Gama, et en Allemagne par Stromeyer, qui déclarait que, pour entreprendre l'opération, il fallait avoir soi-même la tête fêlée.

C'est de nos jours qu'une série de travaux remarquables ont réhabilité la trépanation. On trouve souvent citée l'opération hardie de Dupuytren qui ouvrit un abcès du cerveau après avoir trépané son malade. Celui-ci mourut quelque temps après. Broca, Trélat, Sedillot, le P<sup>r</sup> Le Fort se sont montrés partisans convaincus du trépan. Legouest, interprétant les statistiques des guerres de Crimée et de Sécession en Amérique, arrivait à conclure qu'il faut trépaner « toutes les fois que l'on doute qu'il y a lieu de le faire ».

Les découvertes récentes des physiologistes sur les localisations cérébrales ont guidé les chirurgiens, tandis que l'avènement de la méthode antiseptique rendait l'opération de moins en moins grave.

En 1861, Broca découvrait dans la troisième circonvolution cérébrale frontale gauche le centre du langage articulé. Dix ans après, trépanant un aphasique à ce niveau, il évacuait un abcès, montrant ainsi la portée pratique de sa découverte. Depuis, les travaux de Fritsch et Hitzig (1874), de Ferrier, du P<sup>r</sup> Charcot, d'Horsley ont établi qu'il existe sur l'écorce cérébrale, autour du sillon profond qui descend obliquement sur la face externe des hémisphères (sillon de Rolando) (fig. 2) une série de foyers

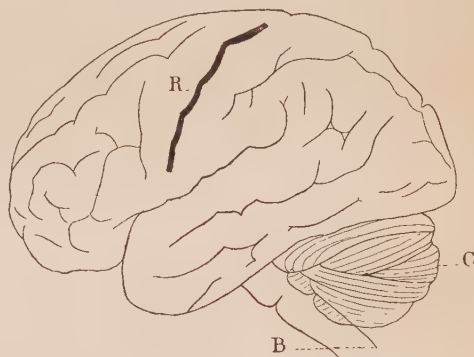


Fig. 2. — R, sillon de Rolando; C, cervelet; B, bulbe.

ou centres distincts dont les lésions se traduisent par des symptômes localisés : d'où la possibilité de conclure du symptôme à la lésion et d'aller par le trépan réparer les altérations qu'un traumatisme a déterminées. Les recherches de Broca qui enfonçait des fiches dans le cerveau à travers des trous percés à la vrille, celles de Féré, de la Foulhouse, Lucas-Championnière, Terrillon, Pozzi, ont ensuite précisé les rapports des divers centres corticaux avec les parois crâniennes et servi beaucoup la trépanation. « Localisons, localisons, écrivait M. Ledentu, dans son rapport à la Société de Chirurgie, il en restera toujours quelque chose »<sup>1</sup>.

## II

A l'heure actuelle, on a recours à la trépanation, soit après un traumatisme crânien, soit en dehors de tout traumatisme.

Contre les traumatismes graves du crâne qui sont très généralement des fractures, l'opération du trépan peut être appliquée à une période plus ou moins éloignée du jour de l'accident. Eu égard à ces périodes, le trépan est distingué d'abord en

<sup>1</sup> Bulletin de la Société de Chirurgie. Séance du 24 juillet 1878.



*préventif* et *curatif*. On dit qu'il est *préventif* lorsque, *prévenant* les complications qui pourraient survenir, il sert à débarrasser le cerveau d'une compression dangereuse. Tel est le cas d'une fracture avec enfoncement de fragments osseux dans la substance cérébrale. L'opération consiste alors à soulever la pièce osseuse qui blesse le cerveau et fait redouter l'apparition de troubles inflammatoires ou convulsifs. Il est dit *curatif* si des accidents se sont déclarés déjà, dont il faut guérir le blessé. Dans ce cas, on distingue trois variétés d'interventions chirurgicales, d'après le moment de la trépanation. Les accidents sont-ils immédiats, s'agit-il, par exemple, de faire cesser une compression de l'encéphale déterminée par un épanchement de sang qui s'étale entre sa surface et la boîte crânienne, et qui se révèle par une paralysie limitée à un membre supérieur, le trépan est *primitif*. Il est *consécutif* si déjà l'inflammation du cerveau et des méninges est venue compliquer la situation. Bien aléatoires sont alors ses bénéfices. On dit enfin qu'il est *tardif* lorsque les premiers effets de l'accident étant dissipés, on l'applique (beaucoup plus efficacement alors) pour une paralysie limitée à une moitié du corps, à un bras, ou encore pour des douleurs intolérables persistant en un point fixe de la tête et privant le malade de tout sommeil, enfin, et surtout, pour les attaques d'épilepsie, dite traumatique, parce qu'elle succède aux lésions accidentelles et graves de la tête. C'est surtout contre les épilepsies traumatiques qu'on a eu recours à la trépanation tardive. Où convient-il alors d'appliquer la couronne de trépan? Souvent une cicatrice, une douleur fixe dirigent le chirurgien, mais, si cet indice fait défaut, il lui reste les données de la localisation cérébrale. Horsley communiquait en 1886 à l'Association médicale britannique deux succès de trépanation fondés exclusivement sur la théorie des localisations cérébrales. Il trouvait une cicatrice sur l'écorce du cerveau, l'enlevait et les accès d'épilepsie disparaissaient. Telle est la valeur de cette théorie que, si l'indice extérieur se trouvait en désaccord avec elle, mieux vaudrait encore s'en référer à la théorie seule pour fixer le lieu du trépan. C'est l'avis du professeur Lannelongue <sup>1</sup>. En se fondant sur cette seule doctrine des localisations, le P<sup>r</sup> Demons (de Bordeaux) a pu guérir un malade de ses convulsions épileptiformes <sup>2</sup>.

Des corps étrangers et surtout des projectiles de guerre pénètrent dans la boîte crânienne. Assez longtemps les chirurgiens militaires avaient tendance à trépaner dans ces circonstances pour aller à la recherche de ces projectiles; mais, après le

P<sup>r</sup> Verneuil, après Otis, on y renonce aujourd'hui, se rappelant que, suivant l'expression de Guillaume de Salicet, « la nature se familiarise avec eux. » J'ai moi-même apporté des documents nouveaux à l'appui de l'abstention dans les coups de feu à la tête <sup>1</sup>.

Les heureux résultats déjà mentionnés, la sûreté que procurent et la doctrine des localisations cérébrales et la méthode antiseptique, ont rendu plus entreprenants les chirurgiens, et de nos jours on ne craint plus d'ouvrir le crâne en dehors du traumatisme pour enlever une tumeur de ses parois ou du cerveau. Grossmann le premier, dès 1695, a trépané pour une tumeur des méninges. Parmi les cas heureux on peut citer ceux de Mac Ewen, de Durante, de Horsley, de Péan <sup>2</sup>. La bénignité de la trépanation semble certaine en particulier pour les tumeurs de la paroi crânienne, puisque la thèse de Guary (1886) sur 8 cas mentionne 8 succès.

A diverses reprises, dans ces derniers temps, tant à l'Académie de Médecine qu'à la Société de Chirurgie, M. Lucas-Championnière est revenu sur l'innocuité et l'efficacité du trépan appliqué en dehors du traumatisme <sup>3</sup>. Il y a eu recours pour des douleurs avec bruits dans la tête et vertiges, pour des cas d'épilepsie native ou acquise, pour une hémorragie cérébrale avec succès complets ou partiels. En fait d'épilepsie, non seulement l'intervention a été innocente dans ses onze opérations, mais encore trois cas semblent être des guérisons définitives et trois autres ont assuré une amélioration notable.

Le résultat est d'autant meilleur que le sujet est plus jeune et que son cerveau n'a pas encore pris l'habitude invétérée de ces crises nerveuses. C'est aux médecins qu'il incombe de ne pas laisser passer pour leurs malades la période de l'intervention utile, après laquelle les efforts des chirurgiens restent infructueux. Pour assurer les résultats opératoires, l'administration prolongée du bromure de potassium s'impose dans la suite.

Une nouvelle preuve de l'innocuité de la trépanation est fournie par les heureux résultats qu'obtient M. Pasteur. Nombre de fois il a trépané ou fait trépaner, sans accidents, singes, chiens, lapins, pour inoculer la rage par la voie cérébrale.

Peut-être la trépanation agit-elle chez certains sujets en décomprimant l'encéphale, qui, au moment de l'ouverture des méninges, a paru comme enserré dans son enveloppe calcaire.

<sup>1</sup> Castex. Congrès français de Chirurgie, 1883. *Comptes-rendus*, p. 294.

<sup>2</sup> Académie de Médecine, 19 février 1889.

<sup>3</sup> Bulletin de la Société de Chirurgie, 27 juin 1888. Académie de médecine, 20 août 1889.

<sup>1</sup> Bulletin médical, 4 janvier 1888.

<sup>2</sup> Congrès de Chirurgie, 1883.



Voici que le professeur Lannelongue vient de retrancher chez une fillette de quatre ans microcéphale un longue bande de paroi crânienne. Je n'insiste pas davantage, les lecteurs de la *Revue* ayant pris connaissance de l'importante étude du P<sup>r</sup> Lannelongue dans le numéro du 15 juillet dernier.

Horsley (de Londres), vient de déclarer au Congrès de Berlin que l'intervention opératoire est indiquée toutes les fois que le cerveau a été atteint par un accident grave, surtout s'il s'agit d'un enfant qu'on peut ainsi préserver de l'épilepsie, de la démence ou d'un arrêt de développement. Même dans le cas de tumeur trop volumineuse pour être enlevée en totalité, il veut qu'on opère. L'extirpation ne fut-elle que partielle, le soulagement procuré au malade sera considérable. C'est cette ligne de conduite que nous avons adoptée récemment avec mon ami le D<sup>r</sup> Regnier, chirurgien de l'hôpital Tenon, dans un cas de trépanation pour tumeur des méninges. L'opération est trop récente pour que le résultat nous soit connu.

G. Burckhardt fait plus encore : il applique la trépanation à divers types de folie. Le cerveau mis à nu, il en retranche telle circonvolution que la physiologie lui signale comme pouvant être le foyer des hallucinations et trois fois sur six, nous dit-il, le résultat a été satisfaisant.

Il est difficile d'aller plus loin dans cette voie que ne le fait W. Keen (de Philadelphie) pour les hydrocéphales. Il les trépane, puis enfonce un drain de caoutchouc dans la cavité qui occupe le centre de chaque hémisphère cérébral et qu'on désigne sous le nom de ventricule latéral; après quoi, il fait passer, d'un ventricule à l'autre, une solution tiède d'acide borique, et le malade de déclarer aussitôt : « Cela fait du bien. »

Cette chirurgie ne dépasse-t-elle pas les bornes? L'avenir répondra.

### III

Par quel procédé topographique le chirurgien parvient-il à marquer sur la boîte crânienne le point correspondant au centre de l'écorce cérébrale qu'il se propose d'atteindre? J'ai dit que la plupart des foyers fonctionnels récemment découverts sont disposés autour du sillon de Rolando qui descend obliquement en avant sur la partie moyenne des hémisphères. Le problème est de marquer ce sillon sur le crâne pour choisir ensuite tel foyer particulièrement visé.

Voici le procédé que recommande M. Lucas-Championnière (fig. 3). Mener à partir de l'apophyse orbitaire (a) une horizontale de sept centimètres. Elever à son extrémité (b) une perpendiculaire de trois centimètres. C'est là le point inférieur du sillon rolandique (c). Pour avoir son extrémité

supérieure, marquer sur le sommet du crâne, avec l'équerre flexible de Broca la ligne verticale qui passe par les deux conduits auditifs. A quarante-sept millimètres en arrière (d) de ce point-sommet qui est le bregma, se trouve l'extrémité supérieure de la scissure de Rolando.

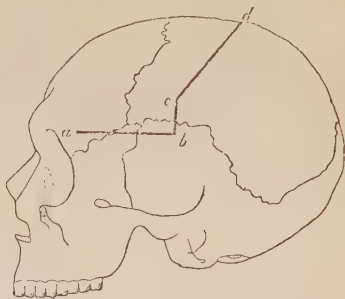


Fig. 3. — Tracé topographique du sillon de Rolando.

Dans un mémoire qui va paraître incessamment et qu'il a bien voulu me communiquer, le D<sup>r</sup> Poirier précise et étend encore nos connaissances en topographie cranio-encéphalique. Il donne de nouveaux repères pour la découverte des centres sensoriels. J'y renvoie le lecteur.

La technique opératoire ne doit pas m'arrêter ici. Il me suffira de dire que le trépan actuel consiste en un cylindre denté qu'un vilbrequin met en rotation. Il en existe de différents diamètres. En appliquant plusieurs couronnes à côté les unes des autres ou en attaquant les bords de la brèche osseuse avec une pince-gouge, on parvient à découvrir toute la portion voulue de l'écorce cérébrale. Ultérieurement l'os peut se reproduire; mais, à son défaut, la vaste baie se couvre d'un tissu résistant qui protège suffisamment l'organe. Des expériences sur la réimplantation des rondelles osseuses après la trépanation, communiquées à l'Académie de Médecine (30 octobre 1888), par mon ami le D<sup>r</sup> Mossé, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Montpellier, il est permis de conclure que, dans certaines conditions données, on peut compter sur la réussite de cette greffe.

Wagner exécute des résections temporaires de la paroi crânienne, en réappliquant la portion soulevée, à la fin de l'opération<sup>2</sup>.

Telle est, rapidement esquissée, depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours, l'histoire de la trépanation. Nous avons vu, dans ces dernières années, la chirurgie diriger successivement ses tentatives vers les grandes cavités du corps, abdomen, poitrine, articulations et obtenir de brillants succès là où des échecs réitérés avaient découragé nos devanciers. Dans cette suite d'efforts heureux la chirurgie de cerveau semble être l'importante question du jour.

D<sup>r</sup> And. Castex.



## BIBLIOGRAPHIE

## ANALYSES ET INDEX

## 1° Sciences mathématiques.

**Sinigaglia (F.), ingénieur. — Traité des machines à vapeur, traduit par M. de Billy, ingénieur des mines, avec une préface de M. H. LÉAUTÉ, membre de l'Académie des Sciences. O. Doin, Paris, 1890.**

La littérature des machines à vapeur vient de s'enrichir d'un ouvrage nouveau par sa forme autant que par son contenu, le *Traité des machines à vapeur* de notre distingué collaborateur, l'ingénieur italien F. Sinigaglia. Son but est de fournir au constructeur les moyens de mettre à profit les faits révélés par la thermodynamique appliquée à l'étude physiologique des machines à vapeur, et aussi les nouvelles conquêtes de la science au sujet de la régularisation du mouvement. L'auteur ne s'attarde pas à exposer la théorie mathématique de la chaleur, il entre droit au cœur du sujet, s'adressant à un public en possession des lois fondamentales et notamment de la notion de l'équivalent mécanique de la calorie. Il lui présente tout d'abord, avec une méthode plus réelle qu'apparente, un amas de faits groupés et reliés entre eux par une sorte de ciment principalement composé de bon sens, d'où sont écartées les broussailles de formules compliquées. En s'arrêtant à la lecture de ces renseignements présentés dans toute leur simplicité, le constructeur, comme l'acheteur des machines, aura déjà trouvé d'utiles avis. Mais l'auteur va plus loin; il formule, comme je l'ai fait moi-même le premier en 1880, la théorie expérimentale de Hirn, sa *théorie pratique*, applicable non à l'étude d'un projet, mais à celle de la marche la plus économique d'un moteur exécuté; et il l'étend aux machines polycylindriques. Nécessairement, il y fallait ajouter des conseils précis et formels pour la rédaction des projets, et c'est ce qu'a fait M. Sinigaglia dans la seconde partie de son ouvrage.

La tâche qu'il s'est proposée n'est ni si modeste ni si aisée qu'il paraît à première lecture. L'auteur parle, il est vrai, pour ceux qui ont des notions positives sur la chaleur et la vapeur et les moteurs thermiques, et son livre n'aurait d'autre introduction que le rappel de certaines définitions, unités de mesure, notations, etc., si le savant académicien, M. Léauté, n'avait déposé au seuil même un petit chef-d'œuvre qui invite avec grâce à pénétrer plus avant, mais sans cacher les difficultés dont sont hérissés les problèmes posés. Là, nous voyons dans ses grandes lignes l'histoire du développement de la machine à vapeur depuis sa naissance jusqu'à nos jours, l'exposition des questions qu'elle a posées à la pratique, et, parmi elles, celles qui ont reçu une solution définitive acceptée dans le domaine public, et celles sur lesquelles l'accord n'est pas établi, et qui font l'objet des méditations et des expériences des amis du progrès. Parmi ces dernières, M. Léauté signale spécialement les hautes pressions, les grandes vitesses, le meilleur degré de détente, la multiplicité des cylindres, les enveloppes, la surchauffe, la compression dans l'espace mort.

Sur toutes ces questions pendantes, M. Sinigaglia donne son opinion, non basée sur des raisonnements dont l'apparence est souvent plus séduisante que le fond réel, mais sur des faits qu'il expose tout d'abord et qu'il recueille dans les écrits des maîtres en l'art d'expérimenter et d'interpréter les résultats de l'expérience, Hirn, Hallauer, Mair, Willans, etc. Cet ensemble de documents bien choisis et bien classés donne de l'autorité à l'opinion qu'il émet sur les machines à plusieurs cylindres en cascade et qui n'est pas entiè-

rement conforme à celle qui prévaut aujourd'hui, qui est à la mode, oserait-on dire peut-être. Avec la réserve des hommes habitués à considérer la nature telle qu'elle est, dépourvue des déguisements que lui prête l'imagination, l'auteur cherche dans quelles conditions et pour quelles raisons, ce sont tantôt les machines monocylindriques qui ont la supériorité, tantôt les polycylindriques; dans quels cas les unes ou les autres répondent mieux aux circonstances locales. « En résumé, dit-il, dans bien des cas il y aura des raisons d'ordre pratique qui feront préférer les machines Compound aux machines simples. En particulier elles permettront d'employer favorablement les hautes pressions, ce qui est certainement un avantage.... Aujourd'hui la tendance des constructeurs est d'augmenter les applications des machines à plusieurs cylindres. Ceci s'explique parfaitement, nous l'avons dit, pour les machines marines. Mais à mon sens on exagère dans bien des cas et pour les pressions ordinaires, lorsqu'il s'agit de machines fixes où l'on peut obtenir une marche bien régulière, par l'emploi d'un volant et par l'accouplement de plusieurs machines à un cylindre, ce qui conduit au même résultat avec des frais d'installation et d'entretien bien moindres. On ne peut obtenir une bonne répartition du travail entre les cylindres pour les divers degrés de détente qu'en munissant le cylindre à basse pression d'une détente variable dont le mécanisme compique la machine.... On conçoit que le prix doit entrer en ligne de compte. Enfin la machine à un cylindre se prête mieux à travailler sous des régimes différents, sans compter que la détermination *a priori* de ses éléments est moins incertaine... » On trouve ensuite un parallèle savamment établi par M. Bour (de Lyon) entre les détentes polycylindriques appliquées soit aux machines marines soit aux machines fixes; et sa conclusion est que la multiplicité des cylindres, favorable au cas des machines marines, n'est pas désirable pour les machines fixes.

Il serait trop long d'énumérer ici les opinions émises par M. Sinigaglia sur les différentes questions énoncées ci-dessus. L'exemple précédent suffit pour démontrer qu'elles n'ont rien d'absolu, mais que, sagement, elles tiennent compte de tous les éléments qui interviennent.

Dans la deuxième partie de son ouvrage, l'auteur essaie d'établir des formules nécessaires à la détermination des dimensions du cylindre et de la consommation probable de vapeur. Il corrige l'ancienne formule qui ne tenait compte ni de la dépression pendant l'admission, ni des avances, ni de la compression, ni de la surpression à la décharge; il conserve la facile loi de Mariotte pour la détente et l'adopte pour la compression. Tenant compte de toutes ces circonstances, il constitue un diagramme probable, qu'il nomme diagramme prévu, et qui lui sert au calcul des éléments principaux susdits, tant pour les machines monocylindriques que pour les compound ou les machines à triple expansion.

Il corrige enfin le diagramme prévu pour avoir égard aux forces d'inertie des pièces à mouvement alternatif; c'est l'objet d'un chapitre spécial où il est traité non seulement au point de vue de la recherche des dimensions des pièces, mais encore de l'effet de ces forces d'inertie sur la régularité de la marche. L'étude de ces forces et de leurs variations est hérissée de difficultés mathématiques dont il importait de se débarrasser au prix d'un peu d'inexactitude; M. Sinigaglia suppose la vitesse de rotation constante et la bielle infinie d'abord et finie ensuite, et établit sur cette hypothèse la recherche de l'accélération des pièces en



question. De là il déduit la grandeur de la réaction à chaque instant, la rapporte à l'unité de surface du piston comme la pression de la vapeur; il l'introduit dans le diagramme prévu, en transformant celui-ci d'abord de manière que l'ordonnée du diagramme transformé représente la résultante de la pression et de la contrepression de la vapeur sur le piston. A cette résultante il ajoute ou retranche la réaction d'inertie calculée et ainsi obtient le diagramme corrigé ou définitif. Ce dernier, bien entendu, varie avec la vitesse de rotation de la machine; mais, en tenant compte de cette circonstance, on peut l'utiliser notamment au calcul du volant. A cet effet on trace deux diagrammes des efforts effectifs exercés par l'intermédiaire de la bielle et estimés suivant la direction de la tangente à la circonférence décrite par le centre du bouton de la manivelle : dans l'un n'entre que la pression de la vapeur seulement, dans l'autre en outre la réaction de l'inertie. Il est ainsi facile de voir que les masses en mouvement alternatif contribuent pour leur part à la régularisation du mouvement de rotation. La conclusion est que, dans le calcul du poids à donner au volant, il vaut mieux n'en pas tenir compte. Mais dans le calcul des dimensions des autres pièces, c'est une nécessité qui s'impose surtout au cas des grandes vitesses de rotation.

L'établissement des régulateurs de vitesse entraînerait nécessairement dans le cadre de l'ouvrage de M. Sinigaglia.

En 1878, M. Charles Beer et moi, nous avons publié (chez Desoer à Liège) une *Théorie nouvelle* des régulateurs dans laquelle nous avions égard à un élément de la plus haute importance qui, jusque là, n'avait pas été pris en considération : la résistance que les communicateurs opposent au mouvement du manchon, qu'il tende à descendre ou à monter, et qui s'exerce dans un sens ou dans l'autre, toujours contrairement à cette tendance. Les théories précédentes avaient simplement étudié le *tachomètre isolé*, comme s'il n'avait eu aucune liaison avec la machine dont il devait régulariser la marche. On cherchait la vitesse qui, pour une position donnée du manchon, établissait l'équilibre entre la force centrifuge, le poids des masses centrifuges et celui du manchon; on négligeait même les frottements ou résistances internes du tachomètre qui s'opposaient au mouvement du manchon quand il y avait une petite altération de la vitesse de rotation. L'idéal a longtemps été de composer un tachomètre *isochrone*, c'est-à-dire pour lequel la *vitesse d'équilibre* fût la même pour toutes les positions du manchon; ou tout au moins *quasi-isochrone*, pour lequel la *vitesse d'équilibre* fût la même pour les positions extrêmes du manchon et peu différente pour les positions intermédiaires. Les tachomètres ainsi calculés étaient appliqués à des machines à vapeur pour en régulariser le mouvement et l'on ne remarquait pas que les conditions réelles de marche seraient tout autres que les conditions purement imaginaires qu'on avait supposées, dès le moment où le tachomètre aurait à faire le travail nécessaire pour surmonter les résistances opposées par les communicateurs au mouvement du manchon. Car on ne peut déplacer les pièces qui commandent l'admission de la vapeur au cylindre sans vaincre des efforts parfois grands, toujours déterminés, et absolument *indépendants* du tachomètre lui-même. Le résultat était tout différent des prévisions : on le corrigeait avec plus ou moins de succès en tâtonnant. On aurait évité bien des mécomptes si l'on avait introduit dans les calculs la résistance que nous nommerons  $R_1$ , qui s'oppose à ce que le manchon obéisse sans délai aux moindres variations de la vitesse de rotation. Ces résistances se composent d'abord des frottements internes  $R_1$  et ensuite des efforts pour mouvoir les organes modificateurs de la force motrice de la machine, dont nous appellerons  $R_2$  l'équivalent estimé suivant la direction du mouvement du manchon. Ainsi l'on a  $R = R_1 + R_2$ .

Afin de montrer d'une manière plus frappante l'effet

de la prise en considération de ces résistances, nous prendrons l'exemple d'un pendule de Watt que nous considérerons comme tachomètre isolé, avec ses frottements internes seulement, et non relié à aucune machine pour la régler. Supposons qu'au premier moment considéré, le manchon soit au milieu de sa course et que la vitesse de rotation soit telle qu'il ne bouge pas de cette position. On croirait pouvoir dire qu'il y a en ce moment équilibre entre la force centrifuge et la pesanteur agissant sur les boules et le manchon. Il peut cependant n'en être rien : en effet, admettons qu'au départ cet équilibre soit réel, mais que la vitesse vienne à augmenter petit à petit et d'une manière continue. Alors les boules acquièrent une tendance à s'écarter et à faire monter le manchon, et elles le feraient effectivement monter dès le premier instant, si cette tendance même ne donnait naissance à des frottements dans les articulations. A mesure que la vitesse augmente, la tendance à élever le manchon, augmentant aussi, fait croire le frottement. Mais le frottement atteint bientôt une valeur maxima, et à un moment donné, il y a équilibre strict entre les forces qui agissent réellement sur l'appareil, la force centrifuge, la pesanteur et ce *frottement* ou résistance  $R_1$ . A partir de là, si la vitesse, devenue  $w$ , continue à croître, le moindre excès fait commencer l'ascension du manchon. Si la vitesse d'équilibre réel ( $R_1$  compris), est la même et égale à  $w$  dans les positions supérieures du manchon, rien ne l'empêchera d'aller jusqu'en haut et de venir frapper avec plus ou moins d'énergie la bague supérieure. L'énergie sera d'autant plus grande, pour un même excès de vitesse, que la masse à mouvoir (réduite au manchon) sera plus petite. Le tachomètre sera *instable* pour cette vitesse  $w$ . Si, au contraire, dans les positions suivantes, la vitesse d'équilibre réel était plus grande que  $w$ , le manchon pourrait s'arrêter avant d'arriver à la bague supérieure, ou tout au moins son mouvement d'ascension serait retardé, toutes choses étant égales d'ailleurs. Ainsi le tachomètre aurait plus de *stabilité*. Le diagramme dont les ordonnées seraient égales aux distances du manchon à sa position inférieure et les abscisses proportionnelles aux vitesses  $w$ , serait donc propre à montrer le plus ou moins de stabilité du tachomètre.

Les mêmes phénomènes se seraient produits en sens inverse, si, au lieu de croître dès l'origine, la vitesse de rotation avait diminué jusqu'au moment où le frottement évoqué,  $R_1$ , qui s'oppose à la descente du manchon, aurait été vaincu par la pesanteur. Soit  $v$  la vitesse de rotation à ce moment précis; c'est la *vitesse d'équilibre à la descente*. Elle est plus petite que la *vitesse d'équilibre à l'ascension*,  $w$ . On voit donc qu'il existe deux vitesses d'équilibre et non pas une seulement. Et pour toute vitesse comprise entre  $v$  et  $w$ , le manchon n'est pas en équilibre, mais il ne bouge pas. Le tachomètre est *insensible* à toute variation de vitesse qui ne fait pas dépasser les limites  $v$  et  $w$ . La *sensibilité* du tachomètre est donc d'autant plus grande que  $w - v$  est plus petit; et, si l'on représente par  $u$  une vitesse moyenne de régime à laquelle on compare les autres, on appel-

lera *coefficient de sensibilité* le rapport  $\frac{u}{w - v}$ . Les

vitesses  $w$  et  $v$  ne sont différentes que parce que la résistance  $R_1$ , due aux frottements existe en réalité. Le seul tachomètre qui aurait une sensibilité infinie serait donc celui où tout frottement aurait été supprimé, ce qui est impossible. Mais, qu'on le remarque, le tachomètre *isochrone* avec frottements n'est ni plus ni moins sensible qu'un autre avec les mêmes frottements. Il importe donc de ne pas confondre *sensibilité* avec *stabilité*.

Ce qui précède suffit pour faire voir que si, en faisant la théorie des régulateurs, on n'a pas égard à la résistance  $R$  au manchon, on ne parvient même pas à donner une définition acceptable de la *sensibilité* d'un tachomètre; à plus forte raison de celle d'un régulateur appliqué à une machine et mis là pour surmonter des



résistances extérieures en vue de déplacer les modificateurs de la force motrice de la machine. On a souvent confondu la sensibilité avec l'affolement des régulateurs isochrones et obscurci les idées les plus claires, faute d'avoir égard à la résistance R. En 1878, et pour la première fois, il a été remarqué par M. Beer et moi qu'il y avait pour tout régulateur deux vitesses d'équilibre à chaque position du manchon; et non pas une seulement. Et nous en avons donné le diagramme double, ce qui nous a permis d'ausculter les régulateurs et de nous assurer si et dans quels cas ils avaient les qualités vantées par leurs inventeurs.

M. Sinigaglia a suivi notre méthode jusqu'à un certain point. Après avoir exposé la théorie du tachomètre isolé et sans résistance interne (une seule vitesse d'équilibre), il passe à celle du régulateur avec une résistance R au mouvement du manchon; mais il est resté attaché, au fond, à la théorie ancienne et généralement reçue; et je dois reconnaître que je suis loin d'être d'accord avec les adeptes de cette théorie non seulement sur certaines dénominations que mon ami a adoptées, mais même sur les meilleures conditions de fonctionnement d'un régulateur. A ce sujet donc je fais mes réserves, en me hâtant d'ajouter que je tiens toute son œuvre en très haute estime; j'ai la conviction que praticiens et théoriciens en reconnaîtront le mérite et l'utilité.

V. DWELSHAUVERS-DERY.

## 2° Sciences physiques.

**Vogt.** — Sur le rapport des deux coefficients d'élasticité des corps isotropes. (*Wied. Ann.*, décembre 1889.)

Les propriétés élastiques d'un corps solide homogène et isotrope sont complètement déterminées quand on connaît deux coefficients caractéristiques, qui sont les coefficients d'élasticité du corps. En introduisant dans la théorie une hypothèse complémentaire, à savoir que les forces élastiques sont des résultantes d'actions exercées entre les molécules prises deux à deux, et que l'action mutuelle entre deux molécules données s'exerce toujours comme si elles étaient seules, et ne dépend point des molécules environnantes, Poisson faisait dépendre la connaissance de toutes les propriétés élastiques d'un corps isotrope, d'une constante unique; entre les deux coefficients précédents devait exister, selon lui, un rapport qui serait le même pour tous les corps isotropes: ce rapport  $\sigma$  devait être égal à  $\frac{1}{2}$ .

Or, l'expérience n'a pas vérifié cette conclusion. Le nombre  $\sigma$  a une signification physique simple. Un prisme soumis à une traction dans le sens de sa longueur, subit un allongement dans ce sens, et en même temps une contraction latérale: sa section se rétrécit. Si on suppose que le prisme devient un cube, le rapport de la contraction latérale à l'allongement est précisément  $\sigma$ . On a pu ainsi mesurer  $\sigma$  pour plusieurs corps solides; on ne l'a trouvé égal à  $\frac{1}{2}$  que pour quelques-uns, comme le verre de Saint-Gobain; dans d'autres, dans les métaux par exemple,  $\sigma$  a des valeurs fort différentes de  $\frac{1}{2}$ . En doit-on conclure que l'hypothèse introduite par Poisson est inexacte?

M. Vogt ne le pense pas. Il attribue l'écart entre la théorie et l'expérience à un défaut d'isotropie des solides étudiés. Sans doute ces solides pris dans leur ensemble peuvent avoir les mêmes propriétés dans toutes les directions; mais il peut arriver, et c'est très probablement le cas pour les métaux, qu'ils soient constitués par des éléments cristallisés orientés de toutes les manières possibles. A ces corps, que M. Vogt appelle *quasi-isotropes*, on n'est pas en droit d'appliquer les modes de raisonnement qui conviennent aux corps isotropes.

En supposant les éléments cristallisés qui constituent le corps *quasi-isotrope* très petits par rapport aux dimensions du corps, mais grands par rapport au

rayon d'activité moléculaire, et composés eux-mêmes de molécules auxquelles l'hypothèse de Poisson est applicable, M. Vogt arrive par le calcul à cette conclusion, que les propriétés élastiques des corps *quasi-isotropes* sont définies par la connaissance de deux coefficients; et que le rapport  $\sigma$  entre ces coefficients, variable avec le corps considéré, est complètement déterminé quand on connaît la forme cristalline de l'élément constituant et les propriétés élastiques d'un pareil cristal. Si les éléments constituants étaient isotropes eux-mêmes, on retrouverait le résultat de Poisson  $\sigma = \frac{1}{2}$ .

Restait à chercher des vérifications expérimentales. M. Vogt en a donné quelques-unes. Il détermine les coefficients d'élasticité d'un corps qui peut exister soit à l'état amorphe soit à l'état cristallisé; et il calcule le rapport  $\sigma$  des coefficients du corps amorphe en admettant qu'il soit formé de cristaux élémentaires identiques aux cristaux connus de la même substance: l'accord entre le calcul et l'observation est assez satisfaisant.

Bernard BRUNHES.

**Walter, — Doumer, — Barbier et Roux.** — Indices de réfraction des solutions salines. 1889-90<sup>1</sup>.

M. Walter, étudiant la réfraction des solutions salines, trouve qu'elle est soumise à des lois analogues à celles que présente l'abaissement du point de congélation. Ainsi, l'indice de réfraction d'une solution saline est proportionnelle à la quantité de sel dissous; des solutions contenant le même nombre de molécules de sels analogues possèdent le même indice de réfraction.

A la suite de la publication de ce mémoire, MM. Doumer d'une part, Barbier et Roux d'autre part, ont présenté à l'Académie des Sciences, des recherches sur le même sujet.

Il est intéressant de comparer les résultats obtenus, les trois séries de recherches n'ayant pas été dirigées de la même manière.

M. Walter considère l'expression  $\frac{n-n_0}{p}$  ( $n$  étant l'indice de la solution,  $n_0$  celui de l'eau,  $p$  le poids de sel anhydre dissous dans 100 grammes du mélange) et considère les solutions assez concentrées pour que cette expression qu'il appelle pouvoir réfringent ait une valeur constante. Il trouve ainsi, que les pouvoirs réfringents moléculaires (c'est-à-dire les produits des pouvoirs réfringents par les poids moléculaires), ont la même valeur pour les sels formés par des métaux monoatomiques et des acides monobasiques. Les sels des métaux monoatomiques et acides bibasiques ont un pouvoir réfringent moléculaire qui est sensiblement le double du précédent, et, enfin, les sels des métaux diatomiques et acides bibasiques conduisent à une valeur triple.

M. Doumer désigne sous le nom de pouvoir réfringent l'expression  $\frac{n^2-n_0^2}{d}$ ,  $d$  étant la densité du sel dans la solution, c'est-à-dire le poids de sel contenu dans l'unité de volume de la dissolution; et il considère les solutions dans un état de dilution tel que la densité  $d$ , prise par rapport à l'hydrogène, soit égale au poids moléculaire du sel. Dans ces conditions, ses recherches le conduisent à énoncer la loi suivante.

Les pouvoirs réfringents moléculaires des sels, qui appartiennent à des types différents, sont sensiblement des multiples d'un même nombre. La valeur de ce multiple est déterminée par la valence de l'élément métallique qui entre dans la composition du sel.

Enfin MM. Barbier et Roux ont étudié le pouvoir dispersif des solutions salines. Ils appellent pouvoir dis-

<sup>1</sup> Walter. *Wiedemann Annalen*, n° 9, 1889. — Doumer. *Comptes rendus*, 6 janvier, 20 janvier, 3 mai, 1890. — Barbier et Roux. *Comptes rendus*, 3 mars, 10 mars 1890.



persif le coefficient B de la formule de Cauchy qui donne l'indice de réfraction en fonction de la longueur d'onde.

$$n = A + \frac{B}{\lambda^2}$$

MM. Barbier et Roux trouvent que le pouvoir dispersif reste, pour un grand nombre de sels, proportionnel à la concentration, celle-ci variant de 100 grammes par litre jusqu'à la saturation.

Le quotient du pouvoir dispersif par la densité, varie très lentement avec la concentration, et, si l'on prend la valeur moyenne pour les différents sels, on trouve une valeur sensiblement constante. Cette valeur moyenne n'est pas très bien définie, puisque les limites de concentration ne sont pas les mêmes pour les différents sels; aussi les valeurs données par MM. Barbier et Roux oscillent-elles entre 0.310 et 0.396, c'est-à-dire qu'on a des variations de plus de 20 %. Ce n'est donc là qu'une constance très relative.

Quand on calcule l'accroissement moléculaire de dispersion, c'est-à-dire la quantité  $\frac{B-b}{p}$  M, B étant le

pouvoir dispersif de la solution, b celui de l'eau, p le poids de sel contenu dans un litre, M le poids moléculaire, on trouve des valeurs sensiblement constantes pour les sels du même type. Si l'on considère en particulier les chlorures, les chlorures MCl donnent une valeur moyenne de 0.020, les chlorures MCl<sup>2</sup> donnent 0.044, valeur très voisine du double de la précédente.

Georges CHARPY.

### 3° Sciences naturelles.

**Rothpletz (A).** — *Das Karwendelgebirge. In-8 75 p. 29 fig. dans le texte, 9 pl. et 1 carte géol. Munich, 1888 (Extrait du Zeitschrift des Deutschen und Oesterreichischen Alpenvereins).*

Le massif du Karwendel (2753 m.) qui fait partie de la zone calcaire septentrionale des Alpes, se dresse entre la vallée de l'Isar et la dépression de l'Achensee, à la limite entre le Tyrol et la Bavière, sur le méridien de Munich ou d'Innsbruck. Il y a quelques années, le Club Alpin Allemand-Autrichien prit l'initiative d'en faire relever une carte topographique et géologique à l'échelle du 1 : 50.000<sup>e</sup>. Le travail de M. Rothpletz est le fruit de cet ensemble de recherches, auxquelles ont pris part MM. W. Clark, Eb. Fraas, G. Geyer, O. Reis, R. Schaefer et l'auteur.

Nous n'aurions pas parlé de cette monographie locale, abondamment illustrée de coupes et de vues pittoresques, si M. Rothpletz n'y avait développé des considérations qui présentent une certaine importance pour l'orogénie des Alpes et des chaînes de montagnes en général.

La région décrite est constituée par une série de crêtes parallèles, orientées de l'E. à l'O., et où les calcaires et les dolomies triasiques jouent le rôle principal; ces crêtes, ainsi que les vallées intermédiaires, se montrent en relation avec autant de plis synclinaux et anticlinaux, dirigés de la même manière et tronçonnés, dans le sens transversal, par de nombreux décrochements horizontaux. Le régime structural du Karwendel est donc essentiellement celui d'une zone plissée; mais M. Rothpletz, frappé de certaines déviations locales qui ne lui paraissent pas susceptibles de rentrer dans le plan d'ensemble des rides alpines, est amené à proposer l'explication suivante: Avant d'être plissée, la région a été morcelée par un grand nombre de cassures, qui en ont dénivélé la masse dans tous les sens, sans toutefois faire disparaître l'horizontalité primitive des couches. Malheureusement, cette hypothèse, qui n'a rien d'inadmissible en elle-même, n'est étayée, il faut bien le reconnaître, sur aucun fait probant: il suffit de comparer les deux coupes données par M. Rothpletz, l'une réelle, l'autre reconstituée en supprimant les

plis (pl. XI) pour sentir combien elle est artificielle, et combien l'hypothèse contraire, de failles conséquentes au plissement, est plus en harmonie avec les faits.

Autrefois, les géologues voyaient des failles partout et des plis nulle part: le compromis proposé par M. Rothpletz nous paraît un dernier reste de cette habitude fâcheuse; et nous serions tenté de croire également que l'importance attribuée aux cassures, dans la carte du Karwendel et dans les coupes qui l'accompagnent, est excessive. Rappelons-nous ce que sont devenues les « failles » de Lory dans les Alpes Occidentales et celles de Magnan dans les Pyrénées: il devient manifeste aujourd'hui que ces accidents ne sont que des plis exagérés, comme l'ont toujours dit les géologues suisses. Le même sort est sans doute réservé à une bonne parties des prétendues « failles préalpines » du professeur de Munich.

La carte jointe au mémoire comprend quinze divisions stratigraphiques, dont dix pour le Trias et le Rhétien.

EMM. DE MARGERIE.

**Lalanne (G.)** — *Recherches sur les catactères anatomiques des feuilles persistantes. Thèse de Doctorat présentée à la Faculté des Sciences de Paris, 1890.*

Des plantes très voisines, appartenant parfois au même genre, possèdent, les unes des feuilles caduques, les autres des feuilles persistantes. Il était intéressant de rechercher par quelle suite d'adaptations, des différences aussi profondes ont pu s'établir. Le travail de M. Lalanne, consacré tout entier à cette étude, comprend deux parties principales: dans la première, il suit les modifications qui apparaissent dans la structure des feuilles persistantes aux diverses phases de leur existence; dans la seconde, il compare la structure des feuilles persistantes et des feuilles caduques chez les diverses espèces d'un même genre.

Nous n'insisterons pas sur les caractères qui s'établissent peu à peu chez les feuilles persistantes: épaississement et parfois lignification des membranes des cellules épidermiques; présence d'un grand nombre de stomates; développement inusité du collenchyme; existence de formations subéreuses, etc. C'est qu'en effet, il n'est peut-être pas très légitime de considérer ces caractères, qui s'établissent souvent fort tard, comme étant la cause intime d'une longue durée, puisqu'ils peuvent tout aussi bien en être la conséquence. Laissant de côté ces détails, nous signalerons deux faits mis en lumière par l'auteur. D'abord, il a trouvé que les diverses feuilles appartenant à une même pousse paraissent présenter, au moins dans le nombre et la disposition de leurs faisceaux libéro-ligneux, une dégradation successive à mesure qu'on va de la feuille la plus inférieure de la pousse à la feuille la plus élevée. Ensuite il a constaté que le système formé, sur la section transversale du pétiole, par l'ensemble du faisceau libéro-ligneux, est susceptible de modifier peu à peu sa disposition; si, par exemple, ce système ne représente pas une courbe fermée au début de la première année d'existence, cette courbe peut se compléter, soit à la fin de la première année, soit au commencement de la deuxième.

Ces deux faits, qui se dégagent du travail de M. Lalanne, ne manquent pas d'importance, et méritent d'attirer l'attention des botanistes qui ont cru trouver dans la structure des feuilles, et surtout dans l'arrangement des faisceaux du pétiole, des caractères taxinomiques de première valeur.

Nous nous permettrons une légère critique. Dans un travail de cette nature, l'histologie devait tenir la première place, et, en effet, l'auteur s'étend longuement dans le texte sur les modifications que subissent les membranes de certaines cellules; mais, il nous semble qu'il pourrait peut-être accorder plus d'attention au contenu de ces mêmes cellules, et aux substan-



ces de réserve qui peuvent y être accumulées. Enfin, les planches laissent quelque peu à désirer. Nous n'y verrons que demi-mal, si ce résultat engage une fois pour toutes les éditeurs à ne plus faire exécuter à l'étranger des travaux que les graveurs français peuvent mener à bien.

Henri LECOMTE.

**Heymans (G.-F.).** — Exposé de l'état actuel de nos connaissances et observations personnelles sur la terminaison des nerfs dans les muscles lisses de la Sangsue. Une broch. in-4° de 63 pages avec 4 planches. Bruxelles, 1889.

Après avoir donné une liste bibliographique complète des travaux publiés sur l'innervation des muscles lisses en général, l'auteur résume avec soin les recherches de ses devanciers Gschleider, Ranvier, Hansen et Vignal, sur les terminaisons nerveuses dans les muscles lisses du tube digestif et des vaisseaux, et dans les muscles du corps de la sangsue. Dans la seconde partie de son travail, M. Heymans expose les résultats de ses recherches personnelles. La méthode qu'il a employée est celle de M. Ranvier : tridement par le jus de citron, puis par le chlorure d'or au centième et réduction dans une solution d'acide formique au quart.

En poursuivant ses études sur les terminaisons nerveuses dans les muscles, l'auteur a découvert dans le tube digestif de la sangsue, au-dessous de la couche musculaire circulaire déjà connue, une couche musculaire longitudinale formée de fibres lisses à ramifications et anastomoses nombreuses, et constituant un réseau contractile continu. Il a reconnu également que le système nerveux viscéral qui entoure le tube digestif est formé par trois nerfs longitudinaux, un nerf ventral (nerf de Brandt) et deux nerfs dorsaux qui n'avaient encore été signalés par aucun auteur. Le plexus fondamental ganglionnaire formé par les branches latérales de ces trois nerfs longitudinaux est situé entre la couche musculaire circulaire et la couche musculaire longitudinale. Une même fibre musculaire de la couche circulaire reçoit des plexus fondamental et périphérique, une, parfois plusieurs fibres terminales à tache motrice et, en outre, plusieurs fibrilles terminales sans tache motrice. L'innervation de la couche musculaire longitudinale paraît être analogue à celle de la couche circulaire; mais les observations incomplètes de M. Heymans ne lui permettent pas de se prononcer nettement à cet égard.

Dans les vaisseaux contractiles de la sangsue, la tunique musculaire se compose d'une couche externe circulaire et d'une couche interne longitudinale. La fibre circulaire passe à un moment donné sous les fibres circulaires voisines, devient ainsi oblique et longitudinale : une seule et même fibre forme donc ces deux couches musculaires et détermine par sa contraction le rétrécissement et le raccourcissement du vaisseau. Les nerfs vaso-moteurs de la sangsue forment dans la tunique adventice de la paroi vasculaire un plexus périphérique non ganglionnaire; de ce plexus nerveux se dégagent des fibres se terminant par une tache motrice ovoïde dans la partie périphérique de la gaine contractile, sur un point quelconque du trajet de la fibre musculaire.

Les nerfs moteurs qui se rendent aux muscles lisses volontaires de la sangsue ne possèdent pas de cellules ganglionnaires à leur périphérie; ils se ramifient sans s'anastomoser et chaque branche se termine par une tache motrice granuleuse dans la périphérie de la gaine contractile. Les taches motrices, parfois au nombre de deux sur une même fibre musculaire, se trouvent, comme dans la musculature des vaisseaux, en un point quelconque du trajet de cette fibre et ne sont jamais en contact ni avec le noyau, ni avec le cylindre protoplasmique.

F. HENNEGUY.

**Richet (Ch.).** *Professeur à la Faculté de Médecine. — Mesure des combustions respiratoires chez le chien.* Archiv. de physiologie, G. Masson. Paris, 1890.

Les recherches de M. Ch. Richet ont été poursuivies avec l'appareil construit par lui et M. Hanriot et qui consiste en trois compteurs à gaz, enregistrant le premier la quantité d'air inspiré, les deux derniers l'air expiré. Des colonnes d'eau chargées de chaux ou de potasse, intercalées entre les deux derniers compteurs, absorbent l'acide carbonique. On peut ainsi, en notant les différences entre les compteurs 1 et 3, déterminer la quantité d'oxygène absorbée, et, entre 2 et 3, la quantité d'acide carbonique produit. Un appareil enregistreur permet d'inscrire immédiatement ces différences.

L'appareil est volumineux, difficile à monter, par suite de la tuyauterie compliquée qu'il exige; il présente en outre ce grave inconvénient de ne donner d'indications que pour des expériences de longues durées; mais ces inconvénients sont compensés par la facilité extrême des dosages qui sont, pour ainsi dire, automatiques et qui ont lieu sur la masse totale de l'air ventilé et non sur une très petite quantité, comme dans certains appareils où l'erreur la plus infime se trouve alors multipliée.

Les mesures des combustions respiratoires ont porté sur 33 chiens. C'est un nombre considérable, si l'on songe que ce chiffre représente précisément un nombre égal aux expériences faites par Regnault et Reiset, Pettenkofer et Voit, Bauer et Leyden, Senator Wood, Quinquand, etc., avec des appareils très différents. Dans cette recherche, M. Ch. Richet s'est attaché à mettre de nouveau en lumière cette loi si importante de physiologie générale, sur laquelle il avait déjà insisté dans ses travaux antérieurs, que la quantité des combustions organiques est proportionnelle à l'étendue tégumentaire chez les individus de même espèce.

L. O.

#### 4<sup>e</sup> Sciences médicales.

**Hayem (D<sup>r</sup> G.).** — Les médications. Leçons de thérapeutique professées à la Faculté de Médecine de Paris, (2<sup>e</sup> série), Paris, G. Masson, 1890.

M. le professeur Hayem continue la publication de ses leçons de thérapeutique, dont la première partie a paru dans le courant de l'année 1887. Cette étude des médications est le point de départ nécessaire, la seule base vraiment rationnelle et scientifique du traitement des maladies. Les modes de traitement peuvent, en effet, se ramener à deux types : les traitements empiriques, les traitements fondés sur la méthode des médications. Les déterminations que l'on adopte en thérapeutique, dit M. Hayem, dépendent de l'examen sérieux des maladies et de la connaissance des effets des remèdes : cette dernière notion est précisément le but que l'auteur s'est proposé et qu'il a atteint avec l'exactitude et l'attrait qui sont les caractéristiques de son enseignement.

Les trois premières leçons constituent un exposé magistral de l'action médicamenteuse : c'est là une question des plus importantes et des plus intéressantes de la thérapeutique générale. Les travaux contemporains, en nous initiant à la physiologie des maladies microbiennes, ont fait ressortir ce qu'il y avait d'insuffisant dans la théorie, cependant si remarquable, de Claude-Bernard, relative à l'interprétation de l'action des médicaments. Si les phénomènes d'ordre pathologique et thérapeutique sont, dans certains cas, soumis aux mêmes lois que ceux d'ordre physiologique, la conception que l'action thérapeutique des médicaments découle de leur action physiologique est, dans beaucoup de circonstances, tout à fait incapable d'interpréter l'action spécifique de quelques médicaments, action qui s'adresse alors, non plus à l'organisme, mais aux germes



morbides, c'est-à-dire aux causes mêmes des maladies.

Tandis qu'un médicament ordinaire est destiné à produire, dans l'organisme, des modifications plus ou moins profondes, capables d'entraver l'évolution des phénomènes pathologiques et de rendre l'individu malade plus résistant, les médicaments spécifiques exercent une action plus ou moins directe sur les causes pathogènes elles-mêmes; et cela à des doses assez faibles pour que tout phénomène physiologique proprement dit fasse défaut : c'est là la caractéristique du *spécifique*. Hier encore, les vitalistes soutenaient que le médicament agissait seulement au contact de la maladie; on pourrait dire justement, aujourd'hui, que les spécifiques n'agissent qu'au contact des causes morbides.

Le hasard a fait découvrir certaines médications spécifiques, le mercure pour la syphilis, la quinine pour les fièvres palustres; il semble que ce soit dorénavant l'expérience qui puisse permettre d'arriver à opposer à chaque maladie nettement individualisée un remède spécifique.

Au sujet de la conception actuelle de la maladie, M. Hayem fait ressortir un curieux rapprochement. Le but de la médication est, dans beaucoup de cas, de détruire les germes morbides, causes des maladies spécifiques, ou, tout au moins, d'empêcher leur prolifération; et cela semble un retour aux idées ontologiques des anciens qui regardaient la maladie comme une entité contre laquelle l'organisme devait lutter pour arriver à *chasser le mal*. Les évolutions morbides qui peuvent être réalisées par l'organisme ne sont que des modalités particulières de cet organisme; mais, pour les mieux spécifier des maladies, les causes sont des entités, des êtres vivants qui cherchent à s'emparer de l'individu : c'est à ces causes qu'il faut rapporter les notions que les anciens appliquaient à la maladie elle-même; car, en définitive, la maladie microbienne n'est autre chose qu'une lutte engagée entre des éléments vivants sur le terrain des besoins nutritifs.

Il serait du plus grand intérêt de connaître les modifications apportées dans la constitution des éléments cellulaires par les médicaments; mais il est encore actuellement impossible d'expliquer comment, et par quelle série de phénomènes, un changement physico-chimique du protoplasma des cellules peut se transformer en actes physiologiques : il faut s'en tenir à la détermination, aussi précise que possible, des conditions dans lesquelles se produit l'action médicamenteuse, réservant à l'avenir le soin de pénétrer plus avant dans cette intéressante question.

Au point de vue de la thérapeutique générale, il faut distinguer pour chaque médicament, les effets physiologiques des effets thérapeutiques, non pas que ces deux catégories présentent toujours entre elles des différences fondamentales, mais parce qu'il est indispensable de séparer nettement, pour l'étude, le cas dans lequel l'organisme est sain de celui où il est malade : il est évident que l'on passe quelquefois, par transitions insensibles, de l'effet physiologique à l'effet thérapeutique; mais bien plus nombreux sont les cas dans lesquels un médicament, produisant chez tous les sujets les mêmes effets physiologiques, déterminera, suivant les circonstances morbides, des effets thérapeutiques absolument différents.

Les leçons suivantes ne sont que l'application de ces principes généraux, développés avec une largeur de vues à laquelle nous a depuis longtemps habitués le savant professeur de thérapeutique de la Faculté de Paris. Il est impossible d'analyser, sans entrer dans le détail, chacune des médications qui sont exposées avec une clarté et une logique qui en rendent la lecture facile et attrayante; il faut nous borner à énumérer la médication antihydrique, la médication hémostatique, la médication reconstituante, la médication de l'anémie, la médication du diabète sucré, et enfin, les médications de l'obésité et de la douleur.

En raison des travaux originaux depuis longtemps poursuivis par M. Hayem, au sujet de certaines médications, les leçons qui traitent de la cure des anémies, de la reconstitution des forces et de la médication hémostatique sont particulièrement intéressantes et nouvelles. La partie consacrée aux anesthésiques est un exposé critique fort complet des méthodes et des théories; l'auteur indique les raisons qui peuvent servir de guide dans le choix d'un anesthésique et il étudie les moyens propres à combattre les accidents de l'anesthésie générale, ainsi que les contre-indications à l'emploi des anesthésiques.

La marche adoptée pour l'étude de chacune de ces médications comporte d'abord la description physiologique de l'élément morbide, puis l'exposé des conditions générales qui sont capables de favoriser son développement, les indications qui en résultent, enfin les méthodes pharmacodynamiques qui en sont la conséquence.

Le livre de M. Hayem, remarquable par sa clarté et sa rigueur scientifique, est bien fait pour montrer que la thérapeutique, ainsi comprise, est une véritable science et non plus un recueil de faits et de recettes empiriques : c'est le couronnement rationnel et scientifique des connaissances médicales.

D<sup>r</sup> Gabriel POUCHET

**Bouloumié (Dr).** — Manuel du candidat aux divers grades et emplois de Médecin et de Pharmacien de la réserve et de l'armée territoriale. Paris. Société d'éditions scientifiques, 1890.

A l'heure actuelle, tous les médecins sont appelés jusqu'à quarante-cinq ans à faire partie de l'armée; mais si tous comprennent leur devoir patriotique, il en est certainement un grand nombre qui seraient embarrassés dans l'exercice de leurs nouvelles fonctions, non point en ce qui concerne le savoir professionnel, mais au point de vue des connaissances d'organisation et d'administration militaires, connaissances qui sont indispensables au bon fonctionnement du service. D'autre part on sait que l'avancement aux grades supérieurs à celui d'aide-major ne se fait qu'à la suite d'un examen réglé par le décret du 19 décembre 1889.

C'est pour répondre à ces desiderata que M. le docteur Bouloumié a écrit le livre que je présente aux lecteurs de la *Revue générale des Sciences*; c'est un manuel que l'auteur a composé de la substance des leçons qu'il avait faites à un certain nombre de confrères en vue précisément de la préparation à cet examen; mais afin de le rendre plus utile et de lui donner plus d'extension, l'auteur y a condensé les éléments essentiels de tout ce qu'il est nécessaire de savoir ou de connaître pour faire un service militaire dans un grade ou une fonction quelconque de la hiérarchie. Tous nos confrères apprécieront la clarté de l'exposition où l'on retrouve toutes les qualités inhérentes à l'esprit de l'auteur.

L'ouvrage se trouve divisé en trois parties :

*Première partie.* Organisation de l'armée et du service de santé, contenant différents chapitres sur le recrutement, l'avancement et l'administration générale.

*Deuxième partie.* Fonctionnement de l'armée et du service de santé; on y trouve les détails sur la vie dans l'armée, sur le rôle du service de santé à l'intérieur, dans les hôpitaux et en campagne.

*Troisième partie.* Notions d'hygiène militaire : cette dernière partie est naturellement fort courte et ne contient que ce qu'il est nécessaire de connaître à un point de vue exclusivement militaire. C'était, selon nous, le chapitre le plus difficile à faire, et l'auteur s'en est tiré avec un véritable talent.

En somme, excellent ouvrage que tout médecin ou pharmacien voudra posséder, pour ne pas être taxé d'ignorance, le jour où par malheur il serait obligé de mettre en pratique les notions qu'il contient.

D<sup>r</sup> H. DUBIEF.



## ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

## DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

La Société de Biologie, la Société française de Physique, la Société chimique de Paris, la Société royale de Londres, les Sociétés de Physique et de Chimie de Londres, l'Académie des Sciences et la Société de Physique de Berlin, l'Académie des Sciences de Saint-Petersbourg, les Sociétés savantes d'Odessa, l'Académie des Sciences de Vienne, l'Académie royale des Lincei sont en vacances.

## ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 25 août 1890.

1<sup>o</sup> SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. G. Bigourdan : Observations de la comète Denning (1890, juillet 23) à l'Observatoire de Paris. — Mlle D. Klumpke : observations de la nouvelle planète Palisa (Vienne, 17 août 1890) à l'Observatoire de Paris. — M. Charlois : Eléments et éphéméride de la planète (294) découverte à l'Observatoire de Nice le 15 juillet 1890.

2<sup>o</sup> SCIENCES PHYSIQUES. — M. Teisserenc de Bort communique les premiers résultats de son enquête sur l'orage du 18 août à Dreux. De ses observations il résulte que l'orage a été accompagné d'une grande trombe semblable aux tornados des Etats-Unis. Il indique la marche du météore, diverses circonstances de son apparition et l'étendue de ses ravages. — A l'occasion des récentes perturbations atmosphériques, M. Chapel fait remarquer la coïncidence de ces phénomènes avec la rencontre des Perséides. — M. G. Trouvé décrit deux gyroscopes électriques auxquels nous consacrerons prochainement une notice. — M. Fortin présente l'appareil qui lui a servi à prévoir, au moyen des déviations magnétiques, les retours des tempêtes et l'apparition des taches solaires. — Dans la préparation de l'acide oxamique et de l'oxamide au moyen de l'azotate d'ammonium fondu, il se forme, suivant M. E. Mathieu-Plessy, un troisième produit, qui est un azotate d'un nouvel alcali fixe, la nitramide.

3<sup>o</sup> SCIENCES NATURELLES. — M. Ch. Contejean a étudié la respiration chez la Sauterelle et constaté que chez cet animal l'abdomen seul exécute des mouvements respiratoires. L'inspiration est passive, due à l'élasticité des pièces du squelette externe et à la réaction des viscères. L'expiration est active; on peut l'accélérer par l'excitation électrique des ganglions cérébroïdes ou la suspendre par l'excitation (douloureuse) des ganglions prothoraciques. Dans les cordons nerveux de la Sauterelle, M. Contejean n'a pas trouvé une différenciation en partie inférieure sensitive et partie supérieure motrice. Sous ce rapport les Orthoptères seraient inférieurs aux Coléoptères, apparus d'ailleurs après eux à la surface de la terre. — M. Raphaël Dubois présente sur la production de la lumière par les animaux et les végétaux, de nouvelles recherches, d'où il conclut que, chez tous les êtres vivants où elle se manifeste, cette lumière résulte de la transformation de granulations protoplasmiques colloïdales en granulations cristalloïdales sous l'influence d'un phénomène respiratoire. — M. P. Lebesconte indique la série des sédiments qui représentent le terrain carbonifère en Bretagne, et de l'examen des fossiles du calcaire de Quenon conclut que cet horizon se rapporte au carbonifère supérieur; il semble correspondre au calcaire de Visé; peut-être est-il un peu plus ancien que le calcaire de Saint-Roch (Mayenne). — M. A. Gaudry signale la première découverte d'os de Phoque dans le quaternaire de la France, découverte faite par M. Hardy dans une grotte de la Dordogne. M. Gaudry décrit ces débris et énumère les mammifères et oiseaux trouvés dans la même grotte. De la détermination de ces espèces il conclut qu'à

l'époque du Renne il faisait presque aussi froid dans le Périgord que dans les régions arctiques.

Séance du 1<sup>er</sup> septembre 1890

1<sup>o</sup> SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Faye, en présentant le 213<sup>e</sup> volume annuel de la *Connaissance des Temps* (volume pour 1892), rappelle que, grâce aux améliorations successives apportées par le Bureau des Longitudes à cette publication, notre Ephéméride nationale, plus de deux fois séculaire, est parvenue à un point d'achèvement qu'il sera difficile de dépasser.

2<sup>o</sup> SCIENCES PHYSIQUES. — M. Bourgeat décrit plusieurs observations relatives au cyclone du 19 août dans le Jura : 1<sup>o</sup> Sur tout le parcours du cyclone la journée de la veille avait été très chaude et lourde; 2<sup>o</sup> le cyclone a commencé dans la région d'Oyonnax où le ciel s'illumina alors d'éclairs incessants; 3<sup>o</sup> sur le parcours du cyclone il n'est tombé que quelques gouttes de pluie; 4<sup>o</sup> nulle part en France il n'est tombé de grêle sur les bords de la zone atteinte par l'ouragan; 5<sup>o</sup> le cyclone s'est déplacé en ligne droite, prenant en écharpe les grandes arêtes du Jura; 6<sup>o</sup> sur son parcours se sont produits de nombreux phénomènes électriques; 7<sup>o</sup> la vitesse moyenne de translation du météore a été de un kilomètre à la minute; 8<sup>o</sup> la pression atmosphérique a baissé subitement après le passage du cyclone; 9<sup>o</sup> sur le côté droit du cyclone, c'est-à-dire sud-est, les arbres sont couchés vers le nord-est; sur l'autre bord, ils sont orientés vers le nord-ouest. Ce fait démontre un mouvement giratoire s'effectuant en sens inverse de celui des aiguilles d'une montre. — A l'occasion de cette communication M. Faye fait remarquer que le météore du 19 août a consisté en une trombe, non en un cyclone. Ces deux termes désignent deux phénomènes qu'on ne doit pas confondre : la trombe (*tornado* aux Etats-Unis) est caractérisée 1<sup>o</sup> par une trajectoire rectiligne, longue seulement de quelques lieues; 2<sup>o</sup> par un diamètre compris entre une dizaine de mètres et un ou deux mille mètres. Le cyclone est tout différent : c'est un phénomène qui naît à quelques degrés de l'équateur et qui décrit sur le globe terrestre une immense trajectoire, en marchant d'abord à l'ouest-nord-ouest, puis au nord, puis au nord-est (sur notre hémisphère) et en couvrant finalement une étendue croissante de pays presque comparable à celle de la France.

3<sup>o</sup> SCIENCES NATURELLES. — De ses expériences sur le Hêtre, le Bouleau, le Sycomore et les variétés à feuilles pourpres de ces espèces, M. H. Jumelle conclut que, chez les arbres à feuilles rouges ou cuivrées, l'assimilation chlorophyllienne est toujours plus faible que l'assimilation des mêmes arbres à feuilles vertes. Cette différence d'intensité peut atteindre le rapport de 1 à 6. Ce résultat s'accorde avec le fait, bien connu en horticulture, que les arbres à feuilles rouges ont un accroissement beaucoup moins rapide que les mêmes arbres à feuilles vertes. Ils donnent en même temps la raison de cette différence : la lenteur de l'accroissement trouve, en effet, son explication dans l'affaiblissement de l'assimilation chlorophyllienne. — M. G. Bonnier a cultivé à quelques latitudes élevées des plantes de plaines et constaté que chez ces plantes l'assimilation et la transpiration chlorophylliennes augmentent tandis



que la respiration et la transpiration à l'obscurité varient peu. Il en résulte que, pendant la courte saison des hautes altitudes, les végétaux élaborent avec plus d'intensité les principes nutritifs qui leur sont nécessaires. — Etudiant la formation des oospores chez les Oomycètes, M. P. A. Dangeard combat la théorie de Fisch suivant laquelle les noyaux des générateurs plurinucléés de l'oospore se fusionneraient en un seul.

## ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 19 août 1890.

M. Verneuil donne les résultats de son enquête sur l'influence de la grippe sur les affections chirurgicales confirmant pleinement sa communication antérieures se traduisant par une action pyogénique évidente. — M. G. Sée pense que l'épidémie de grippe fait encore aujourd'hui des victimes; il observe des endocardites, des angines à streptocoques. — M. Guérmonprez (de Lille) présente une observation de prothèse des apophyses génées pour remédier à la gêne des fonctions respiratoires qui résulte de la chute en arrière de la langue après amputation du corps du maxillaire inférieur. — M. Cobes lit un travail sur la respiration hypodermique artificielle, faite par injection dans le tissu cellulaire sous-cutané d'oxygène à l'état naissant, ne produisant aucune irritation, et pouvant être appliquée dans le traitement des maladies où il existe une diminution de l'hématose pulmonaire.

Séance du 26 août 1890.

M. Hache rapporte le cas d'un jeune homme, qui, à la suite d'un coup de couteau dans la région dorsale,

manifesta, autour du trajet fistuleux de la plaie, les symptômes du pyopneumothorax interlobaire sans communication avec les bronches. Au moyen d'un drain, la cavité fut lavée avec une solution de biiodure de mercure à 1 °/°; 15 jours après, le drain fut enlevé et le malade guérit d'une façon complète. L'oblitération de la poche s'effectua par simple développement du poumon. M. Hache conclut à l'opportunité du drainage et de la suppression rapide des lavages. Il s'oppose aux résections costales multiples, quand les côtes sont intactes.

Séance du 2 septembre 1890.

M. Tarnier, président, annonce la mort de M. Gavarret, ancien président de l'Académie, professeur honoraire de physique à la Faculté de Médecine de Paris et inspecteur général honoraire des Facultés et Ecoles de Médecine de France. M. le Président lève la séance en signe de deuil, après avoir déposé sur le bureau : le rapport de M. Depasse sur le service médical de la direction des travaux de Paris en 1889; — Une note de M. Perronet sur la pratique de la variolisation dans la tribu des Beni-Menassers (Algérie); — Un mémoire de M. Talon rendant compte du fonctionnement du centre vaccinogène d'Alger en 1889-1890; — Une étude de M. Pigeon (de Fourchambault) intitulée : Explication biologique de la susceptibilité des vaccinations à donner lieu à la syphilis, à la tuberculose, à la fièvre typhoïde, à la diphtérie; — Un mémoire de M. Sutils sur la loi Roussel et le rapport annuel du même auteur sur la protection des enfants du premier âge en 1889 à la Chapelle-la-Reine (Seine-et-Marne); — Le rapport annuel de M. Barthés sur le service de la protection des enfants du premier âge dans le Calvados en 1889.

## COURRIER DE GENÈVE

1. — Dans le courrier d'aujourd'hui je veux vous entretenir tout d'abord d'une série de recherches sur l'appareil dentaire qui ont été faites tout récemment au laboratoire d'histologie et d'embryologie normale de Genève dirigé par le Professeur Eternod. On sait, depuis les travaux de Meyer (de Zurich), J. Wolff et d'autres, que l'os, dans la disposition intime de ses trabécules, obéit aux lois de la mécanique. Le même fait a déjà été démontré par M. Eternod pour l'émail dentaire<sup>1</sup>. Dans l'émail, de même que dans l'os, les trajectoires de traction et de pression se coupent à angle droit; les prismes de l'émail constituent sur chaque cuspidé dentaire une sorte de voûte, de façon que la pression s'exerce sur la dent en un point quelconque, se divise, s'éparpille sur toute la surface de la couronne dentaire. On a ainsi l'explication du fait très curieux que des dents de force moyenne deviennent capables de broyer un morceau isolé d'émail coupé dans une dent beaucoup plus forte : la force agit suivant les lois de la statique dans le premier cas, en dehors d'elles dans le second. Voilà déjà un fait bien intéressant.

Un des élèves du Professeur Eternod, M. Collaud<sup>2</sup>, vient de trouver une nouvelle application des lois de la statique, — cette fois dans les parties molles. Il s'agit du ligament alvéolo-dentaire, improprement appelé périoste, dont la structure n'est bien connue que depuis ces derniers temps, particulièrement depuis les recherches de M. Malassez. En raison de l'importance du sujet

traité par M. Collaud, nous nous y arrêterons un instant. Ses études ont été faites sur des dents de chat, de chien et de porc, vu la difficulté de se procurer des dents d'homme suffisamment fraîches. Les morceaux de maxillaire, préalablement injectés, étaient décalcifiés, coupés au microtome, soit parallèlement, soit perpendiculairement à l'axe de la dent, et les coupes soumises à des colorations diverses.

Dans l'agencement topographique général l'auteur a observé un fait qui n'avait pas encore été signalé : une partie de l'os alvéolaire, celle qui fait corps avec le ligament alvéolo-dentaire, forme une couche osseuse nettement distincte du reste de l'alvéole et que l'auteur propose d'appeler ciment alvéolaire. Dans les fibres du ligament il distingue, d'après leur direction, trois systèmes principaux qui s'entrecroisent à angle droit en marchant suivant les trois directions de l'espace : sur une coupe longitudinale, par exemple, on voit : des faisceaux allant du ciment alvéolaire au ciment de la racine; un second système de faisceaux, perpendiculaires aux premiers; puis enfin des sections transversales de faisceaux marchant dans un plan perpendiculaire à celui qui passe par les deux premiers systèmes; la même chose se retrouve sur des coupes transversales. Au sommet de la racine, les faisceaux deviennent presque parallèles à l'axe de la dent et ménagent entre eux des espaces remplis de tissu conjonctif lâche où se trouvent les vaisseaux et les nerfs dentaires. Au niveau de la substance osseuse de l'alvéole et du ciment radulaire, les faisceaux connectifs pénètrent dans leur épaisseur sous forme de fibres de Sharpey, qu'on peut rendre visibles par l'imprégnation au nitrate d'argent. Les éléments cellulaires interposés entre les faisceaux du ligament sont des cellules à crêtes. De cette étude

<sup>1</sup> ETERNOD. Des lois mathématiques et mécaniques régissant la distribution des prismes de l'émail *Revue et Arch. Suisses d'Odontol.* Décembre 1887.

<sup>2</sup> COLLAUD. Etude sur le ligament alvéolo-dentaire *Internation. Monatsschr. für Anat. u. Physiol.* 1890, Bd. 7. H. 1 et 2.



histologique M. Collaud conclut qu'il faut, conformément aux idées de M. Malassez, considérer le prétendu périoste alvéolo-dentaire comme un véritable ligament.

Mais, le point véritablement personnel de ses recherches est le suivant : en étudiant attentivement l'agencement des fibres de ce ligament, l'auteur a pu se convaincre que, de même que le tissu osseux de l'émail dentaire, le ligament alvéolo-dentaire est construit et fonctionne de manière à obéir aux lois de la statique : les groupes de faisceaux connectifs dessinent nettement les trajectoires de la statique se coupant à angle droit dans les trois directions de l'espace. Les pressions exercées en différents sens sur les dents, au lieu de se transmettre directement aux parties environnantes, se décomposent suivant le parallélogramme des forces, après s'être transformées en tractions. Exemple : quand la pression s'exerce verticalement sur le sommet de la dent, la racine tendrait à s'enfoncer dans l'alvéole comme un coin ; mais les fibres du ligament se tendent et la dent, suspendue dans l'alvéole, tire sur le ligament au lieu de peser sur lui.

2. — Une autre question non moins importante, se rapportant également à l'appareil dentaire, a fait l'objet d'une étude de M. Frédel<sup>1</sup>. Il s'agit de la question aussi ancienne (Ambroise Paré pratiquait déjà l'opération) que controversée jusqu'à nos jours, de la greffe dentaire. Par des expériences sur les animaux — les chiens se prêtent le mieux à ce genre d'études — l'auteur a pu reconnaître la manière dont se fait la consolidation de la dent réimplantée. La consolidation qui se fait ordinairement en dix ou quinze jours a lieu surtout aux dépens du périoste alvéolo-dentaire (ces recherches sont antérieures à celles de M. Collaud et l'auteur se sert encore du mot périoste) dont les deux parties, séparées lors de l'extraction, se soudent. La pulpe se mortifie et est remplacée partiellement par un bourgeon charnu qui pénètre dans la cavité pulpaire ; la nutrition de la dent paraît donc se faire exclusivement aux dépens du périoste alvéolo-dentaire après la réimplantation ; c'est à la mortification de la pulpe qu'est due la coloration anormale de la dent observée dans quelques expériences. Une circonstance importante au point de vue pratique, c'est le fait que la consolidation est plus rapide vers le collet de la dent que vers la racine, ce qui est très favorable à la réussite de la greffe, car les chances d'infection se trouvent diminuées. Il se fait pendant la consolidation une forte résorption osseuse, surtout lorsque le périoste dentaire est enlevé partiellement ; la consolidation peut paraître extérieurement parfaite, quoique une grande partie de la racine ait disparu.

Avant de réimplanter la dent dans l'alvéole, l'auteur a eu soin, dans quelques expériences, de lui faire subir quelques opérations : badigeonnage, rugination du périoste ; résection du sommet de la racine ; obturation de la cavité pulpaire — pour se rapprocher autant que possible de ce qui se passe chez l'homme. Le temps entre l'extraction et la réimplantation a varié entre quelques secondes et un quart d'heure. Une condition de réussite, c'est l'intégrité du périoste, de même que la coaptation exacte de l'alvéole et de la racine.

3. — Je ne saurais finir ce courrier sans mentionner les intéressantes recherches de MM. Soret et Rillet<sup>2</sup> ;

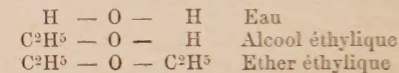
<sup>1</sup> FREDÉL. De la greffe dentaire au point de vue historique et expérimentale. Vienne, Imprimerie Heinrich.

<sup>2</sup> J. SORÉ et A. RILLET. Recherches sur l'absorption des rayons ultra-violet par diverses substances. Arch. des Sciences phys. et nat. 1890, n° 1.

ici nous sortons du domaine de l'histologie pour entrer dans celui de la physique. Ces auteurs ont commencé déjà depuis une dizaine d'années des recherches sur l'absorption des rayons ultra-violet par diverses substances ; cette fois il s'agit des corps de la série grasse. Les auteurs insistent sur la difficulté d'obtenir ces corps à l'état de pureté, ce qui entrave la précision des résultats.

Les alcools présentent une assez grande transparence. La rectification et surtout la dessiccation complète amènent une décomposition ou une oxydation des alcools qui diminue souvent leur transparence. Il serait prématuré d'affirmer qu'il existe une différence déterminée de transparence entre les divers alcools supposés complètement purs ; on ne saurait, par conséquent, confirmer la conclusion de Hartley et Huntington que la transparence des alcools va en diminuant à mesure que leur formule chimique se complique. Comme résultat pratique important, il est à noter que la mesure d'absorption des rayons ultra-violet constitue un moyen très délicat pour apprécier la pureté des alcools.

L'aldéhyde (*absolue*, dans le sens de non diluée) intercepte presque complètement les rayons ultra-violet. Les acétones sont très absorbantes ; il est probable que c'est au groupe carbonyle CO qu'est due l'absorption énergique de l'aldéhyde et des acétones, car, en remplaçant ce groupe CO par O, on obtient des corps très transparents :



L'acétal est assez transparent malgré le grand nombre d'atomes dont est formée sa molécule, contrairement à l'aldéhyde qui est très absorbante avec une composition très simple ; le mode de groupement des atomes a donc plus d'importance que leur nombre.

L'éther éthylique distillé sur du sodium est très transparent et vient après l'eau distillée.

Les divers éthers simples contenant le même élément électro-négatif (iode, brome, chlore) ne paraissent pas différer sensiblement dans leurs propriétés absorbantes : en d'autres termes la substitution d'un radical alcoolique agit peu sur la transparence.

Les sels halogénés de potassium (iodure, bromure, chlorure) sont notablement moins absorbants que les éthers correspondants ; la substitution d'un métal alcalin à un radical alcoolique augmente donc la transparence.

Les divers éthers contenant un élément électro-négatif différent n'ont pas la même transparence, les iodures sont très opaques, les bromures le sont un peu moins, les chlorures sont assez transparents. Il n'y a pas d'analogie bien précise entre les éthers simples et les sels halogénés correspondants, ce qui indiquerait une différence du groupement moléculaire dans ces deux classes de composés.

Les éthers composés et les sels métalliques correspondants se comportent également d'une manière très différente au point de vue de l'absorption ; cela se voit surtout sur les azotites et les azotates.

Les auteurs ont encore fait des recherches sommaires sur l'absorption des rayons ultra-violet par les vapeurs de diverses substances organiques et ont pu démontrer que les liquides très opaques et suffisamment volatils donnent aussi des vapeurs exerçant une absorption sensible.

D<sup>r</sup> CRISTIANI.



## CORRESPONDANCE

## SUR LES CYCLONES

Monsieur le Directeur,

Voulez-vous me permettre de répondre par quelques lignes seulement à l'article de M. Faye <sup>1</sup>. Ce savant insiste tout particulièrement sur la différence capitale qu'il trouve entre mon tourniquet, c'est-à-dire l'appareil d'aspiration, et qui ce se passe dans la nature où, dit-il, il n'y a rien qui en tiennne lieu. J'ai déjà répondu <sup>2</sup> à cet argument, notamment en décrivant l'expérience dans laquelle je produisais la trombe sans tourniquet, mais avec une simple sphère tournant à l'air libre. Cette trombe est identique à celle que donne le tourniquet et, dans toutes deux, les girations se font exactement comme dans la nature, c'est-à-dire que la vitesse angulaire est bien plus faible au pavillon supérieur qu'au sommet inférieur du cône et à la surface de l'eau, où se concentre toute l'énergie pour soulever l'eau ou les corps placés à sa surface.

Je ne prolongerai donc pas cette discussion, regrettant seulement que M. Faye n'ait jamais voulu accepter mes invitations à assister aux expériences; il aurait vu que nous sommes beaucoup plus d'accord qu'il ne le pense, puisque, dans mes expériences, comme dans la nature, le tourbillon descend du haut. Je regrette aussi que M. Faye n'ait répondu que par une négation pure et simple ou par le silence à deux points qui, suivant moi, sont capitaux :

1° Les girations à peu près horizontales qui naissent dans un courant supérieur de l'atmosphère, forment-elles, oui ou non, un appareil d'aspiration pour les couches aériennes situées au-dessus et au-dessous et dans les régions voisines de l'axe?

2° Les girations qui produisent les entonnoirs de rivière prennent-elles naissance oui ou non dans les courants inférieurs des cours d'eau?

C'est sur ces deux points que, pour moi et pour bien d'autres, théorie, expériences et j'ajouterai : observation, ne laissent place à aucun doute et répondent par l'affirmative.

Ch. WEYHER.

M. Faye, auquel nous avons communiqué ces critiques, nous adresse à ce sujet la lettre suivante :

Monsieur le Directeur,

Je suis surtout sensible au reproche que M. Weyher me fait de n'avoir point assisté à ses expériences. Per-

mettez-moi de donner à ce sujet une explication bien simple. J'avais lu avec soin les descriptions de M. Weyher présentées par M. Mascart à l'Académie et je savais, par cet examen, que l'auteur se méprenait sur leur interprétation, faute d'avoir étudié d'assez près les phénomènes naturels qu'il cherchait à reproduire. Il me répugnait de lui rendre une visite qui ne pouvait aboutir qu'à lui faire verbalement cette déclaration. Plus tard j'ai dû répondre aux publications où j'étais mis en cause. Je l'ai fait de mon mieux, tout en rendant pleine justice à ces belles expériences <sup>1</sup>, mais en déclarant que, dans ma pensée, elles ne reproduisent en aucune façon les trombes ou tornados de la nature.

Quant aux questions que me pose M. Weyher, je vais tâcher d'y répondre en quelques lignes de la manière la plus nettement négative. L'auteur confond sans cesse les tourbillons qu'il produit dans un fluide immobile, à l'aide d'un tourniquet, avec ceux qui naissent spontanément dans les courants sous l'influence de leurs simples inégalités de vitesse. Ces différences de vitesse entre des filets parallèles tendent bien à produire des gyration; mais, par le fait même que la masse fluide est en marche, sous forme de courant, ces gyration deviennent immédiatement descendantes. Ce sont, dès le début, des hélices coniques à axe vertical, sur lesquelles les vitesses linéaires croissent très rapidement vers l'axe, au lieu de décroître comme dans un tourniquet. Ces tourbillons naturels, dont le mécanisme est tout entier compris sous leur surface visible (cas des trombes ou des tornados) n'exercent en bas aucune aspiration. Au contact du sol, l'air entraîné dans les spires descendantes s'échappe tangentiellement au pied de la trombe, après avoir produit les ravages connus par son choc violent contre les obstacles. C'est ce que nous apprennent les phénomènes naturels quand on les examine sans idée préconçue, et c'est ce que ne réalisent pas les expériences de MM. Weyher et Colladon. Ces expériences ont été amplement vulgarisées; tout le monde peut contrôler aisément, sans les répéter, le jugement que j'en ai porté dans cette *Revue*, n° du 30 août, en mettant sous les yeux du lecteur le dessin de l'appareil principal de M. Weyher.

H. FAYE,

de l'Académie des Sciences.

## CHRONIQUE

## LE GISEMENT DE BRUSHITE DE LA GROTTÉ DE MINERVE (AUDE).

Notre éminent collaborateur, M. Armand Gautier, de l'Institut, et son frère, M. Gaston Gautier, ont exploré, il y a quelques mois, l'une des grottes les plus curieuses de l'Aude, celle de Minerve, et y ont fait une découverte scientifique d'une grande importance pour l'agriculture. Au-dessous d'une couche argileuse paléontologiquement caractérisée par les restes de squelettes d'animaux appartenant à la période quaternaire (*Ursus spelæus*), ils ont reconnu l'existence d'un gisement considérable de brushite, minéral constitué par du phosphate bicalcique. En voici la composition :

Humidité à 130°.....	3.46 %
Porté au rouge.....	18.46
Acide carbonique.....	1.20
Silice.....	0.76
Alumine.....	8.13
Chaux totale.....	29.63
Acide phosphorique soluble dans le citrate.....	20.736
Acide phosphorique soluble dans les acides.....	44.128
Total.....	99.504

La formule chimique est :  $\text{Ca}^2\text{PhO}^4 + 2\text{H}^2\text{O}$ .

MM. Gautier, observant que ce corps se présentait souvent sous forme d'amas isolés dans les argiles encais-

<sup>1</sup> H. Faye : Sur les Cyclones, *Revue générale des Sciences* du 30 août 1890, page 497.

<sup>2</sup> Voyez ma dernière brochure sur les tourbillons, 2<sup>e</sup> édition.

<sup>1</sup> Voir p. ex. ma brochure *Sur les Tempêtes*, 1887, p. 16 et 17. Librairie Gauthier-Villars.



santes, et non en couches régulièrement stratifiées, ont cherché à tirer parti de cette manière d'être pour expliquer la formation de ce minéral dans ces conditions spéciales de gisement.

Ils ont constaté que ces amas étaient toujours constitués par des croûtes ayant une épaisseur de quelques millimètres à 0<sup>m</sup>10 centimètres, autour d'un nucleus concentrique de roche calcaire de même composition que le calcaire nummulitique formant les parois de la grotte. Quand le fragment était petit, le nucleus calcaire central n'existait plus; si le fragment était gros, le nucleus persistait. Lorsqu'un fragment de roche était à moitié enfoui dans l'argile et à moitié hors de terre, la partie supérieure était surtout transformée en brushite, et l'épaisseur de la couche phosphatée diminuait à mesure qu'ils examinaient les portions plus profondément enfouies. Les blocs ainsi attaqués appartenaient tous à la roche nummulitique, calcaire, constituant les parois et la voûte de la caverne, et non à la roche calcaire devonienne formant le sous-sol, le plancher. En certains points il s'était formé dans des bas-fonds, au contact de la roche nummulitique, des dépôts horizontaux de phosphate bibasique. Enfin, dernière remarque, les cailloux roulés siliceux enfermés dans l'argile, venus du dehors, n'étaient recouverts d'aucune épaisseur de phosphate bi ou tribasique.

L'argile même qui constituait le sol de la grotte contenait 16 %, d'acide phosphorique correspondant à 35 % de phosphates.

On peut calculer qu'il y a dans cette grotte plus de 25.000 tonnes de terres argileuses phosphatées.

En réunissant les données précédentes, il a été facile

à MM. Gautier d'expliquer le mécanisme de la formation de la Brushite.

Les eaux qui traversent la roche, et les couches d'humus supérieures, se chargent d'un excès d'acide carbonique. Se trouvant en présence d'ossements d'animaux accumulés en grand nombre, dans les terres argileuses, elles s'emparent de l'acide phosphorique de ces ossements. Au contact des roches calcaires, l'acide phosphorique dissous transforme peu à peu et plus ou moins profondément ces roches en phosphate de chaux. De plus les eaux acidifiées par l'acide carbonique en excès dissolvant une partie des phosphates transformés ainsi en phosphate bicalcique, finissent par imprégner les argiles de brushite, et même, par suite de l'évaporation de l'excès d'acide carbonique, par déposer ce phosphate bibasique dans les parties déclives, au contact et à la limite des couches imperméables.

Cette communication est des plus importantes 1<sup>o</sup> parce qu'elle indique l'existence, dans le Midi de la France, d'une espèce de phosphate qui n'était connue jusqu'à présent que dans le guano des îles *Aves* et *Sombrero*, et dans les montagnes limitrophes de l'Espagne et du Portugal; 2<sup>o</sup> parce qu'elle fournit à une région des plus étendues au point de vue vinicole, un engrais des plus précieux par suite de sa facile assimilation et de sa proximité; 3<sup>o</sup> parce qu'elle met enfin sur la voie de trouver dans le Midi même de nouveaux gisements de brushite. — Nous pouvons dire, pour notre part, que ce travail de MM. Gautier nous a déjà permis de constater la présence du précieux engrais dans plusieurs autres localités pyrénéennes.

D<sup>r</sup> F. GARRIGOU.

## NOUVELLES

### LES OBSERVATIONS SPECTROSCOPIQUES DE M. J. JANSSEN AU SOMMET DU MONT-BLANC

La question de la présence de l'oxygène dans les astres est, comme on sait, capitale en philosophie naturelle. Jusqu'à ces dernières années rien ne permettait de décider si ce corps existe dans l'atmosphère du Soleil. L'examen spectroscopique de la lumière qu'il nous envoie montre bien dans l'orangé et le rouge les groupes A, B et  $\alpha$ . Mais cette simple observation ne saurait résoudre le problème, puisque la lumière analysée a subi, avant de nous parvenir, une énorme absorption du fait de l'oxygène gazeux et surtout de la vapeur aqueuse de notre atmosphère terrestre.

Pour établir la part — au moins collective — de ces deux facteurs, il importe d'examiner ce qui arrive quand leur puissance diminue.

C'est dans ce but qu'il y a deux ans (1888), M. J. Janssen s'était transporté aux *Grands-Mulets*. L'altitude de cette station (3050 mètres), les grands glaciers qui l'entourent et le froid qui y règnent devaient réduire d'une façon considérable l'action absorbante de notre atmosphère, notamment celle de la vapeur d'eau. Les résultats obtenus dans ces conditions par l'éminent astronome, le décidèrent à tenter cette année une expérience plus décisive encore. Il résolut de l'instituer au sommet même du Mont-Blanc (4810 mètres). L'entreprise, toujours très pénible et non exempte de péril, semblait être au-dessus des forces d'un homme de son âge. Elle paraissait d'autant plus audacieuse que M. Janssen est affligé d'une forte claudication. Mais rien n'arrêta l'intrépidité du savant. Marchant, porté, soutenu ou traîné sur la neige à travers les blocs de glace, il arriva le 18 août à la *Cabane des Bosses*, récemment construite à l'altitude de 4400 mètres. On doit ce refuge à la munificence de M. J. Vallot qui poursuit en ce lieu d'intéressantes recherches de météorologie, et, véritable Mécène des Alpinistes, leur offre gracieusement en son chalet le couvert et le vivre.

S'y trouvant cerné par l'orage, M. Janssen dut, à cause du mauvais temps, y demeurer jusqu'au 22 août. Ce jour-là le ciel fut admirable et il fut possible de gravir utilement les toits de glace qui séparent la cabane de la cime du Mont-Blanc. C'est sur ce sommet, le plus élevé de l'Europe, que M. Janssen a réalisé ses expériences. En raison des conditions particulièrement favorables où elles ont été effectuées, les résultats qui s'en dégagent doivent être tenus pour les plus précieux qui aient jamais été atteints dans cet ordre d'investigation.

En attendant la discussion que l'auteur se propose d'en faire, nous nous bornons à en signaler le haut intérêt. Aux altitudes élevées, l'influence perturbatrice de la vapeur d'eau n'existe plus, du moins en cas de basse température et de beau temps. On constate très nettement que raies et bandes de l'oxygène décroissent à mesure que le Soleil s'élève, l'épaisseur d'air traversée diminuant alors. Les bandes, dont la formation suit, comme M. Janssen l'avait reconnu à Meudon, la loi du carré de la densité, disparaissent du spectre lorsque le Soleil passe au méridien. Quant aux raies, soumises à une loi de production moins rapide, elles subsistent encore, assez affaiblies cependant pour rendre très probable l'induction qu'à la limite supérieure de notre atmosphère il serait impossible de les observer. L'oxygène, — du moins à l'état où nous le connaissons à la surface de la terre, — serait donc absent de l'atmosphère du Soleil. Les nouvelles expériences de M. Janssen apporteront, sans doute, à ce problème une solution définitive. Avant de les exposer en détail, nous avons la conviction de répondre au sentiment unanime de nos lecteurs, en rendant hommage au courage du savant qui, bravant fatigues et dangers, vient de porter si haut le drapeau de la science française.

LOUIS OLIVIER.

Le Gérant : OCTAVE DOIN.